



TUGAS AKHIR - TM141585

**REDUKSI *CHANGEOVER TIME* DAN
DEFECT MENGGUNAKAN METODE
LEAN SIX SIGMA (STUDI KASUS: PT.
PETROJAYA BORAL PLASTERBOARD)**

GUNAWAN ADHITAMA
NRP 21 12 100 049

Dosen Pembimbing:
Ir. Sudijono Kromodihardjo, M.Sc, Ph.D.

JURUSAN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - TM 141585

**REDUKSI *CHANGEOVER TIME* DAN *DEFECT*
MENGUNAKAN METODE *LEAN SIX SIGMA*
(STUDI KASUS: PT.Petrojaya Boral
Plasterboard)**

Gunawan Adhitama
NRP. 21 12 100 049

Dosen Pembimbing:
Ir. Sudijono Kromodihardjo, M.Sc, Ph.D

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017



FINAL PROJECT - TM 141585

**CHANGEOVER TIME AND DEFECT
REDUCTION USING LEAN SIX SIGMA METHOD
(CASE STUDY: PT.Petrojaya Boral
Plasterboard)**

Gunawan Adhitama
NRP. 21 12 100 049

ACADEMIC ADVISOR:
Ir. Sudijono Kromodihardjo, M.Sc, Ph.D

DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL ENGINEERING
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

**REDUKSI *CHANGEOVER TIME* DAN *DEFECT*
MENGUNAKAN METODE *LEAN SIX SIGMA*
(STUDI KASUS : PT. Petrojaya Boral Plasterboard)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

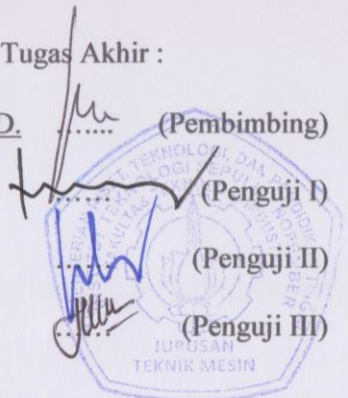
Oleh :

GUNAWAN ADHITAMA

NRP. 2112 100 049

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir.Sudijono Kromodihardjo,MSc, PhD. (Pembimbing)
NIP. 195208011978031005
2. Ir.Witantyo, M.Eng.Sc. (Penguji I)
NIP. 196303141988031002
3. Dr.Eng. Sutikno ,ST,MT. (Penguji II)
NIP. 197407032000031001
4. Ari Kurniawan Saputra, ST,MT. (Penguji III)
NIP. 198604012015041001



SURABAYA

JANUARI, 2017

**REDUKSI *CHANGEOVER TIME* DAN *DEFECT*
MENGUNAKAN METODE *LEAN SIX SIGMA*
(Studi Kasus : PT. Petrojaya Boral Plasterboard)**

Nama Mahasiswa	: Gunawan Adhitama
NRP	: 2112100049
Jurusan	: Teknik Mesin FTI-ITS
Dosen Pembimbing	: Ir. Sudijono Kromodihardjo, MSc.PhD.

ABSTRAK

PT. Petrojaya Boral Plasterboard adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi papan gypsum sebagai salah satu material praktis guna membangun infrastruktur. Perusahaan ini memiliki sembilan tipe produk yang harus diproduksi untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Dalam pelaksanaannya pergantian produk atau *changeover* mengakibatkan timbulnya pemberhentian *line* produksi (*downtime*) dan *waste*. *Downtime changeover* merupakan *downtime* tertinggi keempat pada perusahaan ini. Hal ini berdampak pada efisiensi produktivitas dan *opportunity lost* dimana hal tersebut menyumbang 11.37% pada penurunan *available* faktor pabrik yang di izinkan. Untuk mengatasi masalah ini, perlu dilakukan penelitian tentang faktor-faktor penyebab tingginya *downtime* dan *waste* yang ditimbulkan akibat *changeover*. Usulan ini bertujuan untuk penanggulangan masalah tersebut.

Penelitian dalam tugas akhir ini didahului dengan identifikasi aliran proses *changeover* produk yang dilakukan mulai dari proses *mixing recipe* produk hingga *stacking* produk. Hal tersebut dapat digambarkan melalui proses *mapping*. Tahap selanjutnya ialah identifikasi *waste* pada tiap – tiap proses yang dilakukan. Lalu akan dilakukan penelusuran akar penyebab (*root cause*) tingginya waktu dan timbulnya *waste* selama *changeover*

produk. Mengetahui akar masalah yang terjadi memberikan arah untuk *improve* yang akan dilakukan menjadi lebih jelas. Proses penyelesaian permasalahan yang ada menggunakan metode *lean six sigma*.

Dari hasil penelitian didapatkan faktor-faktor yang menjadi penyebab timbulnya *waste* dan tingginya waktu yang diperlukan selama proses *changeover* produk yakni terdapat pada proses pergantian logo, *edge printing*, pemotongan *plasterboard*, dan pengaturan *mixer*. Sebelum dilakukan *improvement* rata-rata waktu yang diperlukan untuk *changeover* sebesar 27.05 menit, dengan rata-rata *waste* yang ditimbulkan sebesar 469.6m². Usulan perbaikan yang beberapa sudah diaplikasikan memberikan hasil rata-rata waktu yang diperlukan untuk *changeover* sebesar 13.5 menit dan rata-rata *waste* yang ditimbulkan sebesar 233.45m² menghasilkan *saving cost* sebesar 6.687.729,4 rupiah untuk setiap *changeover*.

Kata kunci: *Changeover, downtime, waste, lean six sigma.*

**CHANGEOVER TIME AND DEFECT REDUCTION USING
LEAN SIX SIGMA METHOD
(Case Study : PT. Petrojaya Boral Plasterboard)**

Student Name : Gunawan Adhitama
NRP : 2112100049
Major : Teknik Mesin FTI-ITS
Academic Advisor : Ir. Sudijono Kromodihardjo, MSc. PhD.

ABSTRACT

PT. Petrojaya Boral Plasterboard is a corporation that produces gypsum boards as one of the practical materials used for infrastructure building. This company produces nine main type of products to fulfill consumer demands. In its production method, changeover often occurs, and it often results in line production stoppages, resulting in downtime and losses caused by waste. The changeover downtime is the fourth highest downtime in overall production. This occurrence results in opportunity losses and effectivity reduction, causing 11.37% decrease from the permissible factory availability. To address this problem, there is a need of a research to determine the main contributing factors to the waste and downtime caused by the changeover. Therefore, this study is conducted in order to address the problems mentioned above.

This research is conducted by changeover process flow identification, from the recipe mixing of the product to the stacking of the product. The process of mapping is used to overlay the process better. The next step is to identify the waste present at each production process, and then a root cause analysis will be conducted to identify the main causes of the high changeover time and the waste from the process. Finding out what the root cause of the problem is critical in order to the improvements that are going to be implemented. The lean six sigma method will be used for the problem solving.

From the conducted research, the causes of waste and high changeover time is caused by the faults at the logo changing process, edge printing, plasterboard cutting, and mixer adjustments. The recommended adjustment using the lean six sigma method, which have been implemented since the research, yields an average changeover time of 13.5 minutes and decreased the waste as the result of the process to 233.45 m².

Keywords: Changeover, downtime, waste, lean six sigma.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas karunia-Nya sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana teknik bidang studi Manufaktur jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Drs. Djumadi Widodo,SP,MM. dan Lis Wuryani, S.Sos, MM., orang tua dari penulis. Carissa Tanri Dewi, S.AB, MM. dan Tri Karunia Utami,SA. yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis.
2. Ir. Sudijono Kromodihardjo, Msc., PhD. selaku dosen wali sekaligus dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dalam penulisan Tugas Akhir.
3. Hanif Mustaqim, ST. Selaku Steering Committee Poros 2012 yang telah memberikan inspirasi.
4. Vrista, Eden, Nagata, Mawan obel, Rian, Moses, Azis, Greg, Amri, Romar, Bahadur, Chalid, Eka, Anto yang telah menjadikan lab sangat homey. Tegar kct, Mul new york, Tembre, Buceng, Ijank tahu, Wilis, Gani, Adhi becak, sebagai sahabat sekontrakan.
5. Laudy Tirta Madika dan Haditya Zulkarnain yang telah memberikan memori kepada kami semua, semoga Allah melapangkan peristirahatan terakhir kalian.

Tugas Akhir ini masih sangat jauh dari sempurna, kritik dan saran yang dapat menyempurnakan penyusunan Tugas Akhir sangat diperlukan. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Surabaya, 29 Januari 2017

Penulis

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	7
2.1 Dasar Teori	7
2.1.1 <i>Lean Thinking</i>	7
2.1.1.1 Tujuan <i>Lean Thinking</i>	9
2.1.1.2 <i>Lean Concepts</i>	10
2.1.1.3 Metode-Metode dalam <i>Lean Thinking</i>	11
2.1.1.4 <i>Understanding Waste</i>	15
2.1.1.5 Value Stream Mapping	19
2.1.2 Six Sigma	21
2.1.2.1 <i>Problem Solving Tools</i>	26
2.1.3 Proses Produksi.....	29
2.2 Tinjauan Pustaka	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	33
3.2 Metodologi Penelitian	33
3.2.1 Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian	33

3.2.2 Studi Literatur dan Studi Lapangan	33
3.2.3 Pengumpulan Data dan Analisa Data	35
3.2.3.1 <i>Process Mapping</i>	35
3.2.3.2 Identifikasi <i>Waste</i>	36
3.2.4 Analisa dan Rekomendasi Perbaikan.....	36
3.2.4.1 Analisa <i>Waste</i> yang Terjadi	36
3.2.4.2 Penentuan Root Cause dan Perbaikan.....	36
3.2.5 Implementasi <i>Improvement</i>	37
3.2.6 Validasi Implementasi	37
3.2.7 Kesimpulan dan Saran	37
3.2.7.1 Kesimpulan	37
3.2.7.2 Saran	38
 BAB IV ANALISA DAN PENGOLAHAN DATA	39
4.1 Profil Perusahaan.....	39
4.2 Proses <i>Changeover</i>	39
4.2.1 <i>Define</i>	42
4.2.1.1 <i>SIPOC Chart</i>	44
4.2.2 <i>Measure</i>	44
4.2.3 <i>Analysis</i>	45
4.2.3.1 <i>Fishbone Diagram</i>	49
4.2.3.2 <i>Five Why Analysis</i>	50
4.2.3.3 <i>Speed Synchronizing</i>	53
4.2.3.4 <i>Logo Changing</i>	54
4.2.3.5 <i>Knife Adjustment</i>	55
4.2.3.6 <i>Mixing Area</i>	55
4.2.4 <i>Improve</i>	56
4.2.4.1 Usulan Perbaikan	60
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	93
5.1 Kesimpulan.....	93
5.2 Saran.....	94
DAFTAR PUSTAKA.....	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 <i>Layout Area Produksi PT. Petrojaya Boral</i>	
Plasterboard	3
Gambar 2. 1 <i>Lean thinking</i>	10
Gambar 2. 2 Pola Pikir DMAIC	24
Gambar 2. 3 Contoh <i>Voice of Costumer</i>	26
Gambar 2. 4 Perubahan VOC ke CTQ	27
Gambar 2. 5 Contoh <i>Project Charter</i>	28
Gambar 2. 6 Pareto Diagram	29
Gambar 2. 7 <i>Layout Boardline</i>	30
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	34
Gambar 3. 2 <i>Process Mapping</i>	35
Gambar 4. 1 <i>Flowchart Online Changeover</i>	41
Gambar 4. 2 Grafik Frekuensi <i>Changeover</i>	42
Gambar 4. 3 <i>SIPOC Chart</i>	44
Gambar 4. 4 <i>Fishbone Diagram T4</i>	49
Gambar 4. 5 Diagram Alir <i>Speed Synchronizing</i>	53
Gambar 4. 6 Diagram Alir Proses Logo <i>Changing</i>	54
Gambar 4. 7 <i>Five why Logo changing</i>	62
Gambar 4. 8 Logo <i>Printing Machine</i>	62
Gambar 4. 9 <i>Edge Printing Casing</i>	63
Gambar 4. 10 <i>Five why speed synchronizing</i>	65
Gambar 4. 11 <i>SOP speed synchronizing</i>	66
Gambar 4. 12 <i>Five why Mixing Area</i>	68
Gambar 4. 13 <i>Outlet Mixer</i>	69
Gambar 4. 15 Skala <i>Forming Head</i>	70
Gambar 4. 16 <i>Controller Box Blade knife</i>	71
Gambar 4. 17 <i>Five why Knife Adjustment</i>	72
Gambar 4. 18 Design Beban Poros	78
Gambar 4. 19 Gaya Horizontal Poros	79
Gambar 4. 20 Shear Diagram Horizontal Poros	79
Gambar 4. 21 Moment Diagram Horizontal Poros	80
Gambar 4. 22 Beban Vertical Poros	80
Gambar 4. 23 Shear Diagram Vertical Poros	81

Gambar 4. 24 Moment Diagram Vertical Poros.....	81
Gambar 4. 25 Design Mekanisme Penurun <i>Blade Knife</i>	83
Gambar 4. 26 Grafik Perbandingan Durasi Dan Frekuensi.....	85
Gambar 4. 27 Grafik Perbandingan <i>Defect</i> Dan Frekuensi.....	86
Gambar 4. 28 Grafik Level Sigma	88
Gambar 4. 29 Cashflow Present Worth.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Identifikasi dan Klasifikasi Waste.....	36
Tabel 4. 1 Frekuensi <i>Changeover</i> FY2016.....	42
Tabel 4. 2 Durasi <i>Changeover</i> FY2016.....	43
Tabel 4. 3 <i>Waste Defect Changeover</i> FY2016.....	43
Tabel 4. 4 Durasi <i>Changeover</i> 2016.....	45
Tabel 4. 5 <i>Waste defects changeover</i> 2016	45
Tabel 4. 6 Spesifikasi Singkat Produk.....	46
Tabel 4. 7 Kegiatan <i>Changeover</i>	47
Tabel 4. 8 Durasi <i>Changeover</i> FY2016.....	47
Tabel 4. 9 <i>Five why Analysis</i>	50
Tabel 4. 10 <i>Action Plan Logo Changing</i>	61
Tabel 4. 11 <i>Action Plan speed synchronizing</i>	64
Tabel 4. 12 <i>Action Plan Mixing Area</i>	68
Tabel 4. 13 <i>Action Plan Knife Adjustment</i>	71
Tabel 4.14 Durasi <i>changeover</i> 2016.....	83
Tabel 4. 15 Frekuensi <i>changeover</i> 2016	84
Tabel 4.16 Perbandingan Durasi dan Frekuensi.....	84
Tabel 4. 17 <i>Waste Defects</i> 2016	86
Tabel 4. 18 Perbandingan <i>Defect</i> dan Frekuensi	86
Tabel 4. 19 Tabel Perhitungan Level Sigma	87
Tabel 4. 20 Perhitungan Present Worth.....	91

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

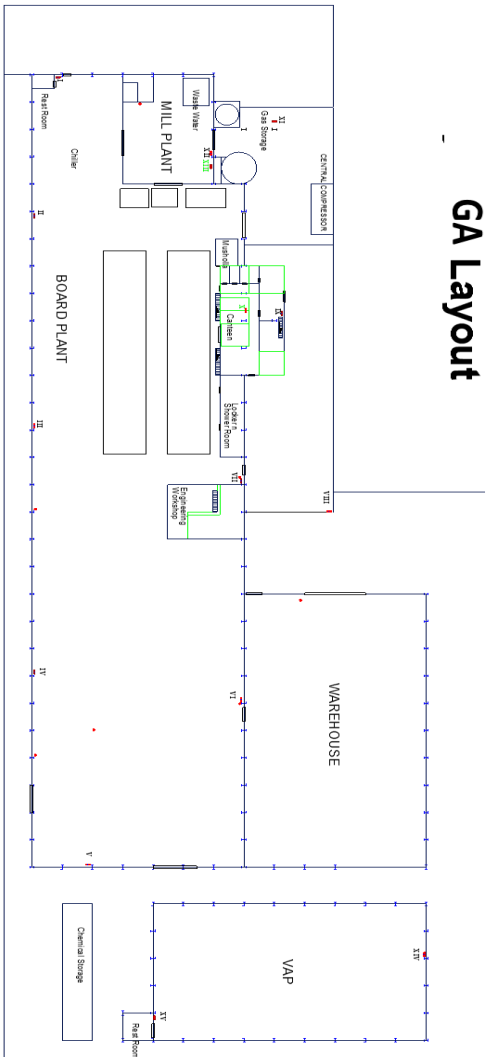
1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan infrastruktur merupakan salah satu dari tiga kebutuhan primer manusia. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat, maka permintaan akan dibangunnya infrastruktur juga terus bertambah. Dengan berkembangnya teknologi material bahan bangunan yang digunakan untuk membangun infrastruktur, kini masyarakat lebih memilih untuk menggunakan material yang praktis. Hal ini memacu perusahaan jasa dan manufaktur terus menerus berinovasi dan meningkatkan produksinya, baik dalam hal kualitas, maupun dalam hal pelayanan terhadap konsumen. Hal tersebut dilakukan agar konsumen tetap setia terhadap produk yang dibuat oleh perusahaan tersebut. Hal ini menuntut perusahaan manufaktur khususnya harus mampu memberikan jaminan kepada konsumen untuk meyakinkan bahwa produk yang dihasilkannya adalah produk yang benar-benar berkualitas dengan harga bersaing dengan produk lain sejenis.

PT. Petrojaya Boral Plasterboard adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi papan gypsum sebagai salah satu material praktis guna membangun infrastruktur. Untuk memenuhi permintaan dan kepuasan konsumen PT. Petrojaya Boral Plasterboard selalu berusaha memenuhi target produksinya dengan tepat waktu. Namun perusahaan ini masih kurang memperhatikan dari segi efisiensi perusahaan itu sendiri. Masih terdapat *waste* yang dihasilkan dari *line* produksi yang dijalankan. Disamping itu, masih belum adanya SOP dan pembagian sumber daya manusia yang baik pada beberapa aktivitas yang dilakukan seperti saat pergantian produk yang akan diproduksi saat *changeover* produk. Hal ini menyebabkan timbulnya *waste* yang sesungguhnya dapat diminimasi. *Layout* dari PT. Petrojaya Boral Plasterboard *plant* Gresik ini dapat dilihat pada gambar 1.1.

Terdapat dua jenis *changeover* produk yang dilakukan yakni *online* dan *offline*. Kedua jenis *changeover* tersebut memiliki letak perbedaan pada perlu tidaknya *boardline* untuk diberhentikan dan kecepatan *conveyor boardline*. *Changeover online* dapat dilakukan ketika *speed* conveyor tidak berbeda jauh dengan produk yang diproduksi sebelumnya. Selain itu, dimensi produk baru yang akan diproduksi tidak jauh berbeda ketebalannya dengan produk sebelumnya. Sedangkan untuk *changeover* jenis *offline* dilakukan ketika *speed* conveyor yang digunakan berbeda, dan ukuran dari produk yang akan diproduksi berbeda dimensi ketebalan dan panjangnya dari produk yang sebelumnya serta logo yang digunakan juga berbeda. Tetapi pada dasarnya kedua jenis *changeover* tersebut harus memenuhi beberapa langkah-langkah yang sudah ditentukan. Langkah pertama yang dilakukan untuk melakukan *changeover* adalah persiapan material. Penyiapan material disesuaikan dengan *production planning* yang dilakukan oleh departemen *PPIC*. Penyiapan material meliputi persiapan gypsum, *paper sheet roll*, dan beberapa zat *additive* lainnya. Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah penyiapan *tools* dan mesin. Penyiapan untuk *tools* dan mesin meliputi penyiapan *rubber logo*, *printer edge*, *printer logo*, *printer production date*, *blade knife*, *mixer*, *dryer*, *forming head*, *scoring*, serta *recess tape*.

GA Layout



- ☐ Mill Plant area : 1.584 m2
- ☐ Board Plant Area : 3.384 m2
- ☐ VAP Area : 1.656 m2
- ☐ Warehouse Area : 7.488 m2
- ☐ Gypsum stock pile Area : 4.491 m2
- ☐ Office, Utility and Parking area : 2.052 m3
- ☐ Others : 6.761 m2

Gambar 1. 1 Layout Area Produksi PT. Petrojaya Boral Plasterboard

Selanjutnya langkah yang dilakukan ialah penyiapan proses. Persiapan proses meliputi pengaturan temperatur *dryer*, dan perubahan adonan atau *recipe*. *Changeover* jenis *offline* menghasilkan *waste* berupa *recess*, pembuangan kertas akibat perbedaan logo produk yang akan diproduksi yang tergolong sebagai *wet waste*. *Wet waste* adalah *waste* berupa *defect* produk yang diakibatkan oleh *run-on process* setelah melakukan proses *run-off* akibat *changeover offline*. *Wet waste* meliputi *waste* berupa produk yang harus dibuang karena cacat (*overdry*), *board* yang masih terlalu basah, adonan yang belum tercetak, dan pembuangan kertas pelapis akibat dari perbedaan logo ataupun dimensi.

Sebagai perusahaan pemroduksi papan gypsum, PT. Petrojaya Boral Plasterboard melakukan proses produksi dengan sistem *batch order* dimana perusahaan akan memproduksi papan gypsum sesuai dengan pesanan dan minimum *stock* yang harus dipenuhi. Namun, dalam pelaksanaannya PT. Petrojaya Boral Plasterboard mengalami kendala seperti tingginya waktu *downtime* dimana salah satunya adalah *downtime changeover*. *Downtime changeover* merupakan *downtime* tertinggi keempat. Hal ini berdampak pada efisiensi produktivitas dan *opportunity lost* PT. Petrojaya Boral Plasterboard itu sendiri. *Downtime changeover* menyumbang 11.37% pada penurunan *available factor* yang di ijin. Pada full year 2016 (tahun 2015 – tahun 2016) *downtime changeover* memakan waktu 1514 menit, dimana menimbulkan kerugian *opportunity lost* sebesar Rp. 83.624.276,00. Sedangkan *waste* berupa *defect* yang ditimbulkan menyumbang kerugian sebesar Rp. 53.839.604,00. Sehingga terdapat beberapa area yang harus mengalami *improvement* untuk mengurangi waktu *downtime* dan *waste* yang ditimbulkan serta peningkatan nilai *available factor*.

Penelitian yang dilakukan di PT. Petrojaya Boral Plasterboard pada plant Gresik dengan periode *project* September 2016 hingga Desember 2016 menunjukkan tingginya waktu yang diperlukan untuk melakukan *changeover* yang disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor yang menjadi penyebabnya adalah

berbagai jenis pemborosan yang terjadi. Pemborosan (*waste*) jenis *defects* atau gagal produksi merupakan pemborosan yang cukup besar pada pengelolaan proses produksi perusahaan ini. Mulai *defect* yang timbul pada proses pergantian adonan (*recipe*), pergantian ukuran (*changeover*), run-on dan run-off *boardline*. Selain itu juga terdapat pemborosan *waste* berupa *waiting* seperti saat perbaikan atau pengaturan ulang dalam melakukan *changeover*, masih terdapat operator yang menunggu untuk giliran melakukan tugasnya, sehingga mengakibatkan banyaknya waktu yang terbuang. Selain itu juga terdapat *waste* berupa *motion* dikala operator harus berpindah – pindah tempat untuk mengoperasikan peralatan. Apakah aktivitas yang dikerjakan oleh operator termasuk dalam *Value Added*, *Non-Value Added*, *Necessary Non-Value Added*, yang nantinya akan dijadikan usulan pada perusahaan. Berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh PT. Petrojaya Boral Plasterboard, perlu dilakukan penelitian tentang faktor - faktor penyebab tingginya waktu yang diperlukan saat *changeover* sehingga akan muncul usulan untuk upaya perbaikan pencegahan masalah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada Tugas Akhir ini adalah:

- Bagaimana mengetahui serta menanggulangi faktor penyebab timbulnya *defect* dan tingginya *changeover time* dengan menggunakan metode *lean six sigma*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diberlakukan agar Tugas Akhir ini dapat berjalan secara fokus dan terarah serta dapat mencapai tujuan adalah:

1. Data yang digunakan adalah data *Changeover* yang diambil pada bulan Juli 2015 hingga Desember 2016.
2. Area produksi yang menjadi tinjauan dalam penelitian ini adalah area *Board line*.

3. Penelitian dilakukan meliputi tahap *define*, *measure*, *analyze*, dan *improve*.

1.4 Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan - tujuan sebagai berikut:

- Mengidentifikasi faktor-faktor penghambat yang menjadi penyebab tingginya waktu dan timbulnya *defect* pada proses *changeover*.
- Memberikan usulan perbaikan bagi pihak perusahaan untuk mereduksi waktu dan *waste defects* yang timbul pada proses *changeover*.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui faktor-faktor penyebab tingginya waktu yang diperlukan saat *changeover* pada PT. Petrojaya Boral Plasterboard.
2. Adanya usulan perbaikan proses *changeover* agar durasi waktu yang diperlukan PT. Petrojaya Boral Plasterboard untuk melakukan *changeover* menjadi lebih singkat.

BAB II

DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang dasar teori dan tinjauan pustaka yang akan digunakan sebagai acuan penelitian, prosedur dan langkah-langkah dalam melakukan penelitian sehingga permasalahan yang diangkat dapat terselesaikan dengan baik. Dasar teori dan tinjauan pustaka yang digunakan berdasarkan permasalahan yang terjadi pada proses *changeover* produksi pada PT. Petrojaya Boral Plasterboard yang akan diselesaikan dengan metode *Lean Six sigma*.

2.1 Dasar Teori

2.1.1 *Lean thinking*

Lean thinking merupakan suatu dasar pemikiran yang berfokus untuk menghilangkan *muda* atau yang lebih dikenal dengan *waste*. *Muda* pada dasarnya adalah segala kegiatan aktivitas pekerja yang memerlukan *resources* tetapi tidak menghasilkan suatu *value*. Contoh – contoh yang termasuk dalam *muda* ialah kesalahan yang memerlukan pembetulan (*rework*), produksi berlebih sehingga menumpuk pada inventori, langkah proses produksi yang tidak begitu diperlukan, pergerakan operator dan kegiatan memindahkan barang dari satu titik ke titik lain yang tidak begitu diperlukan, kegiatan menunggu akibat proses sebelumnya belum selesai, dan kualitas barang produksi yang tidak memenuhi keinginan konsumen

Konsep yang diterapkan oleh *Lean thinking* pada dasarnya merupakan konsep perampingan atau efisiensi. Konsep *Lean thinking* ini dapat diaplikasikan pada perusahaan manufaktur maupun jasa, karena pada dasarnya efisiensi selalu menjadi target yang ingin dicapai oleh semua perusahaan. Konsep *Lean thinking* pertama kali dicetuskan oleh Taiichi Ohno (1912-1990) yang menjadi salah satu Executive Toyota. Dia adalah orang pertama yang mencetuskan tujuh *Muda*, atau yang lebih kita kenal dengan *seven waste*.

Dengan adanya *Lean thinking* kita bisa menemukan jalan untuk menspesifikan *value*, membuat langkah-langkah *value-creating* pada urutan terbaik, dan dapat melakukan aktivitas-aktivitas tersebut tanpa ada gangguan saat dibutuhkan. *Lean thinking* tidak serta merta menghapus suatu kegiatan demi meningkatkan efisiensi tetapi *Lean thinking* menyediakan jalan untuk mencapai efisiensi tersebut, diantaranya:

1. *Specify Value*

Merupakan langkah yang dilakukan untuk mendefinisikan *value* yang diinginkan dan sesuai kebutuhan konsumen. *Value* didefinisikan oleh produsen dari sudut pandang konsumen, sehingga menjadikan alasan mengapa produksi berjalan. Selain itu, *Lean thinking* harus didefinisikan pada suatu produk spesifik, dengan standar spesifik, harga yang spesifik, dan berdialog dengan konsumen spesifik.

2. *Identify the Value Stream*

Merupakan langkah identifikasi tahapan-tahapan yang diperlukan pada setiap produk ataupun pada produk family. Identifikasi dilakukan mulai dari proses desain, pemesanan dan pembuatan produk berdasarkan *value stream*. Tujuan dari pengidentifikasian *value stream* adalah untuk mengetahui letak dimana terdapat *value added activity*, *necessary non-value added activity*, dan *non-value added activity* yang dapat segera dihilangkan.

3. *Flow*

Melakukan aktivitas yang dapat menciptakan suatu nilai tanpa adanya gangguan, proses *rework*, aliran balik (*backflow*), aktivitas menunggu (*waiting*), dan sisa produksi.

4. *Pulled*

Mengetahui aktivitas-aktivitas penting yang digunakan untuk membuat apa yang diinginkan oleh konsumen.

5. *Perfection*

Berusaha mencapai kesempurnaan dengan menghilangkan *waste* secara bertahap dan berkelanjutan, sehingga *waste* yang terjadi dapat dihilangkan secara total dari proses yang ada.

2.1.1.1 Tujuan *Lean Thinking*

Sejatinya konsep *lean* atau konsep efisiensi juga dapat diterapkan pada berbagai macam bidang misalnya *lean customer relationship*, *lean services*, *lean manufacturing (order fulfillment)* dan *lean supply chain*. Hal utama yang perlu dipahami oleh perusahaan atau organisasi yang akan menerapkan *lean* adalah memahami *value* dan konsumen mereka. *Lean* dapat membantu perusahaan untuk memenuhi permintaan konsumen, membuat proses yang efisien, dan mengatur total cost. Secara garis besar pola pikir *Lean thinking* dapat dilihat pada gambar 2.1. Beberapa tujuan dari *Lean thinking* diantaranya:

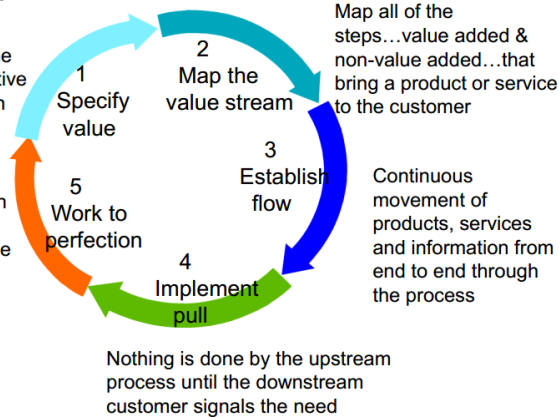
- Meningkatkan kualitas dengan memahami kebutuhan dan keinginan konsumen
- Mengeliminasi *waste* dengan mengidentifikasi tujuh *waste* yang ada
- Mengurangi *lead time* proses
- Memangkas *non-value added activity*
- Mengurangi *total cost*
- Meningkatkan budaya pembelajaran di perusahaan

Lean concepts

Lean thinking

Define value from the customer's perspective and express value in terms of a specific product

Complete elimination of waste so all activities create value for the customer by continuous improvement



Gambar 2. 1 *Lean thinking*

2.1.1.2 *Lean concepts*

Beberapa langkah yang harus ditempuh untuk dapat mengaplikasikan *lean* dengan baik diantaranya:

1. Mendefinisikan *value* dari perspektif konsumen /customer dan mengutarakan *value* tersebut pada suatu produk yang ditinjau.
2. Membuat *value stream map* yang dapat menunjukkan inventory, supermarkets, kanban post, visual *signal*, dan *value added*, *non-value added* *proces time*.
3. *Continuous movement of product, services*, dan informasi dari ujung ke ujung melalui proses
4. Melakukan proses *pull* pada *downstream* sehingga *upstream* dapat segera melakukan proses.
5. Bekerja secara sempurna dengan mengeliminasi *waste* sehingga semua aktivitas menumbuhkan *value* untuk konsumen sekaligus melakukan perbaikan berkelanjutan (*kaizen*).

2.1.1.3 Metode – Metode Dalam *Lean thinking*

1. *Kanban*

Berasal dari bahasa Jepang yang berarti “papan penanda” atau “signboard”. Dalam konteks *Lean Manufacturing* dan *Just-In-Time*, *kanban* merupakan salah satu *tool* yang digunakan untuk menyusun jadwal. Jadwal yang disusun merupakan jadwal untuk memproduksi barang dan berapa banyak produk yang akan diproduksi. *Kanban* menjadi *tool* yang efektif untuk mendukung jalannya sistem produksi secara keseluruhan.

Kanban adalah sebuah sistem komunikasi yang mengontrol aliran aktifitas di area produksi, dan berfungsi untuk menselaraskan level produksi agar sesuai dengan permintaan pelanggan. *Kanban* hadir dalam bentuk sistem visual yang memungkinkan semua orang melihat aliran aktifitas dan menyesuaikan level aktifitas tersebut sesuai kebutuhan. Para pekerja dan operator akan mengetahui kapan harus memulai aktifitas berikutnya dengan mengacu kepada penanda yang diberikan sistem *kanban*, yang dapat berupa kartu, kontainer, email, atau pesan elektronik lainnya.

Prinsip *Just in time* sangat membutuhkan *kanban*. Prinsip ini mengacu pada supermarket, dimana pelanggan mendapatkan apa yang mereka butuhkan, pada waktu yang diinginkan, dan jumlah yang diinginkan. Supermarket hanya mempunyai stok sesuai yang akan dijual, dan pelanggan hanya membeli yang diperlukan karena *supply* produk sudah berjalan dengan baik. *Just in time* melihat sebuah proses aktivitas pelanggan dari proses sebelumnya, dan proses sebelumnya menjadi sebuah rak supermarket. Pelanggan pergi ke proses sebelumnya untuk mengambil komponen yang dibutuhkan, dan menyimpan *stock*. Disini *kanban* dipakai sebagai alat untuk memandu pelanggan kepada *stock* yang dibutuhkan.

Kanban menggunakan signal demand untuk mentrigger berjalannya proses produksi. *Kanban* mengaplikasikan sistem pull atau made to order, dimana produksi berjalan saat adanya order. Beberapa keunggulan sistem *kanban* diantaranya:

- Menentukan level produksi
Dengan mengatur kuantitas kanban yang berbasis permintaan pelanggan, keseluruhan area produksi akan teratur menurut kuantitas output yang diperlukan.
- Mengurangi *WIP (Work-In-Process)*
Dengan mengkoordinir level produksi dari setiap lini sesuai dengan permintaan, inventori *WIP* akan dibatasi oleh sistem *Kanban*. Hasilnya adalah inventori yang seminim mungkin.
- Optimasi aliran kerja
Penataan aliran kerja akan lebih mudah dengan *demand* yang stabil. Setiap aktifitas produksi dapat dilakukan untuk memenuhi jumlah tertentu, dan di-optimasi menurut jumlah tersebut.
- Akurasi inventori dan menghindari produk menjadi usang
ketika produksi dilakukan berdasarkan permintaan, maka makin sedikit inventori yang menumpuk. Hal ini juga akan meminimalisir pemborosan berupa produk yang usang karena terlalu lama disimpan.
- Penghematan
Tingkat inventori yang rendah akan memangkas biaya penanganan inventori.
- Keteraturan
Ketika kita dapat mengatur area produksi sesuai dengan kebutuhan, kita juga dapat merencanakan tata letak area tersebut untuk memaksimalkan produktifitas dan membuat segalanya lebih teratur.

2. *Kaizen*

Continuous improvement atau yang biasa disebut dengan *Kaizen* merupakan langkah penting yang harus dijalankan dalam

Lean thinking. Istilah *Kaizen* berasal dari bahasa Jepang yaitu kata “Kai” dan “Zen”. Kata “Kai” diterjemahkan kedalam bahasa Indonesia memiliki arti “berubah” sedangkan “Zen” memiliki arti adalah “baik”. Sehingga ketika kita menggabungkan kedua kata tersebut menjadi *Kaizen*, maka memiliki arti “mengubah menjadi baik”. Di dalam Industri, *Kaizen* merupakan suatu strategi yang dipergunakan untuk melakukan peningkatan secara terus-menerus kearah yang lebih baik terhadap proses produksi, kualitas produk, pengurangan biaya operasional, mengurangi pemborosan hingga peningkatan keamanan kerja. Dalam bahasa Inggris, *Kaizen* sering diartikan dengan “*Continuous Improvement*”.

Pelaksanaan Implementasi *Kaizen* dilakukan dengan menggunakan empat alat yang terdiri dari :

- *Kaizen Checklist*

Salah satu cara untuk mengidentifikasi masalah yang dapat menggambarkan peluang bagi perbaikan adalah dengan menggunakan suatu daftar pemeriksaan terhadap faktor – faktor yang perlu mendapat perbaikan besar.

- *Kaizen Five Step Plan*

Five Step ini merupakan langkah pendekatan yang banyak digunakan oleh perusahaan Jepang. *Seiri* artinya membereskan tempat kerja. *Seiton* berarti menyimpan dengan teratur. *Seiso* berarti memelihara tempat kerja supaya tetap bersih. *Seiketsu* berarti kebersihan pribadi. *Seiketsu* berarti disiplin, dengan selalu mentaati prosedur ditempat kerja. Di Indonesia 5S diterjemahkan menjadi 5R, yaitu Ringkas, Rapi, Resik, Rawat dan Rajin. Five step ini dirancang untuk menghilangkan pemborosan dengan mengutamakan perilaku positif dari setiap orang dalam organisasi.

- *Five why's*

Toyota mengembangkan penyelesaian permasalahan dengan bertanya “Mengapa” lima kali dan menjawab setiap kali untuk mengetahui akar masalah yang terjadi. Contoh ditunjukkan di bawah ini

Mengapa banyak logo yang tercetak tidak sempurna?

Tinta stamp *printer* masih bercampur

Mengapa tinta Stamp *Printer* masih bercampur?

Stamp *printer* masih melekat warna sebelumnya

Mengapa Stamp *printer* masih melekat warna sebelumnya?

Karena warna sebelumnya belum habis pada stamp *printer*

Mengapa warna sebelumnya belum habis pada stamp
printer?

Karena bak tinta belum diganti

Mengapa bak tinta belum diganti?

Operator telat melakukan penggantian.

3. *Five M Checklist*

Alat ini berfokus pada lima faktor kunci yang terlibat dalam setiap proses yaitu Man (operator), Machine (mesin), Material (material), Methods (metode) dan Measurement (pengukuran). Dalam setiap proses, perbaikan dapat dilakukan dengan jalan memeriksa aspek-aspek proses tersebut.

4. *Total Productive Maintenance (TPM)*

TPM berfungsi untuk memelihara pabrik dan peralatannya agar selalu dalam kondisi prima. Untuk memenuhi tujuan ini, diperlukan *maintenance* yang preventif dan prediktif. Dengan mengaplikasikan prinsip *TPM* kita dapat meminimalisir kerusakan pada mesin.

Sesungguhnya terbengkalainya mesin lebih sering disebabkan oleh kurangnya keterlibatan operator dalam memelihara mesin, dan cenderung menyerahkan semua masalah perawatan kepada staff *maintenance*. Prinsip *TPM* mengatakan bahwa operator harus mampu melakukan perawatan dan perbaikan ringan apabila terjadi masalah pada mesin. Operator juga harus memiliki sedikit keterampilan *maintenance*. Dengan demikian, masalah pada mesin dapat segera diatasi sebelum masalah bertambah kompleks. Ketergantungan pada staff *maintenance* dapat dikurangi, sehingga *maintenance* hanya fokus menangani *downtime* yang lebih besar saja.

Untuk implementasi *TPM*, unit produksi dan *maintenance* harus bekerja bersamaan. Penerapannya akan melibatkan seluruh karyawan dalam melakukan perawatan mesin, peralatan, dan bertujuan meningkatkan produktifitas. Indikator kesuksesan implementasi *TPM* diukur dengan *OEE (Overall Equipment Effectiveness)* dan parameternya mencakup berbagai jenis kerugian (*losses*) yang terjadi seperti *downtime*, *changeover*, *speed loss* (perlambatan mesin), *idle* (mesin menganggur), *stoppages* (mesin berhenti), *startup* (mesin dinyalakan/diaktifkan), *defect* (cacat) dan *rework* (pengerjaan ulang).

Implementasi *TPM* yang akurat dan praktis akan meningkatkan produktifitas dalam keseluruhan organisasi. Manfaat lebih mendetail dari aplikasi *TPM* adalah:

- Sebuah budaya bisnis yang dirancang untuk secara berkelanjutan akan meningkatkan efisiensi dari *total production system*.
- Berlakunya suatu pendekatan yang terstandar dan sistematis, dimana semua kerugian (*losses*) terantisipasi dengan baik.
- Semua departemen yang memiliki pengaruh terhadap produktifitas akan memiliki mindset yang prediktif terhadap penghambat produktifitas. Organisasi yang transparan menuju *zero losses*.

Langkah-langkah perbaikan dengan *TPM* harus dijalankan sebagai suatu proses yang berkelanjutan, bukan hanya sebagai menu jangka pendek. Pada akhirnya, *TPM* akan memberikan kemampuan yang praktis kepada perusahaan untuk menuju *operational excellence*.

2.1.1.4 Understanding Waste

Pemahaman terhadap *waste* adalah langkah awal pada pemahaman konsep *lean*. Dengan memahami *waste*, kita dapat mengerti arah tujuan dilakukannya *Lean thinking* dan *lean*

manufacturing. Dengan menghilangkan *waste* (pemborosan) dalam proses produksi suatu perusahaan merupakan cara yang efektif yang dapat meningkatkan keuntungan dalam proses manufaktur dan distribusi bisnis. Dalam upaya menghilangkan *waste*, penting untuk diketahui apakah *waste* itu dan dimana letaknya. Dilihat dari sudut pandang *Value added* (nilai tambah), maka segala aktivitas yang kita lakukan dapat dibagi menjadi 3 kelompok besar[5]:

- *Value added activity* atau aktivitas bernilai tambah
- *Non-value added activity* atau aktivitas tidak bernilai tambah
- *Bussines value added* atau aktivitas tidak bernilai tambah tetapi diperlukan dalam proses.

Karena fokus utama dari *Lean* adalah menghilangkan *waste* dalam proses, maka sangat penting untuk memahami apa saja *waste* yang dimaksud. Terdapat 7 jenis *waste* yang dikenal di dalam *Lean*. *Seven waste* ini hanyalah pengkategorian agar aplikator lebih mampu mengenali *waste*. *Seven waste* tersebut diantaranya ialah:

- *Transportation*

Waste pada jenis ini biasanya terjadi karena pergerakan yang berlebihan dari orang, informasi, produk atau material sehingga menyebabkan pemborosan waktu, usaha dan biaya. *Waste* yang ditimbulkan oleh transportasi sangat berkaitan erat dengan layout rantai produksi dan fasilitas penyimpanan yang dapat menyebabkan jarak tempuh yang jauh pada saat transportasi atau pemindahan material.

- *Inventory*

Waste pada jenis ini merupakan *waste* dimana persediaan yang tidak perlu terjadi dikarenakan penyimpanan barang berlebihan. Delay informasi produk atau material yang menyebabkan peningkatan biaya dan penurunan pelayanan terhadap customer.

Contoh *waste inventory* ialah *work in process*, *inventory* pada gudang, surat-surat yang menunggu tanda tangan (*approval*), penyimpanan dokumen – dokumen yang tidak perlu.

- *Motion*

Waste berupa *motion* dapat didefinisikan sebagai segala yang berkaitan dengan penggunaan waktu dan tenaga yang tidak memberikan nilai tambah untuk proses maupun produk. *Waste* jenis ini biasanya terjadi pada aktivitas tenaga kerja di pabrik, yang timbul karena kondisi lingkungan kerja dan peralatan yang tidak ergonomis sehingga dapat menyebabkan rendahnya produktivitas pekerja dan berakibat pada terganggunya *lead time* produksi. Penanggulangan terhadap *waste* ini dapat dilakukan dengan meletakkan segala *equipment* yang diperlukan operator secara strategis sekaligus memudahkan operator untuk mengoperasikan.

- *Waiting*

Waste berupa *waiting* ialah penggunaan waktu yang tidak efisien. *Waste* ini dapat berupa tidak aktifan pekerja, informasi, material, atau produk yang mengalami periode waktu yang cukup panjang. Sehingga menyebabkan aliran produksi terganggu dan memperbesar *lead time* produksi. Contoh nyata *waiting* adalah pekerja yang menganggur setelah menyelesaikan satu tugas namun tidak segera mengerjakan tugas yang lain akibat menunggu proses sebelumnya yang belum selesai. Serta pegawai yang menghabiskan waktu untuk menunggu material yang terlambat datang.

- *Overproduction*

Waste overproduction merupakan salah satu dari jenis *waste* yang sering ditemui dalam proses manufaktur. Hal ini terjadi karena melakukan proses produksi

yang terlalu cepat atau melebihi permintaan sehingga dapat menyebabkan inventori. Selain itu melakukan produksi cadangan untuk cadangan apabila ada suatu hal yang tidak diinginkan terjadi juga merupakan *waste* jenis *overproduction*. Hal ini akan berpengaruh langsung pada *cost* produksi perusahaan.

- *Overprocessing*

Waste overprocessing merupakan *waste* yang terjadi saat diperlukannya *rework* pada barang cacat. Selain itu *waste* ini juga dapat terjadi apabila masih belum jelsanya standar kualitas yang harus dicapai. Contoh *waste* ini ialah, dilakukannya pengamplasan setelah perakitan pada body mobil.

- *Defect*

Waste defect merupakan *waste* yang diakibatkan oleh kesalahan produksi. *Waste* ini seringkali ditemui dalam perusahaan manufaktur. Terdapatnya *waste* berupa *defect* merupakan suatu hal yang dihindari oleh perusahaan, dan berupaya untuk jangan sampai produk tersebut jatuh ke tangan konsumen. Karena hal tersebut dapat menjatuhkan market share mereka. *Defect* pada suatu sistem produksi dapat dinyatakan dalam *DPMO* (*Defects per milion objects*).

Selain perlunya mengenal tujuh buah *waste* di atas, perlu untuk diketahui tentang tiga bentuk aktivitas yang dapat mengelompokkan apakah aktivitas tersebut berguna dalam proses. Ketiga proses tersebut ialah:

- *Value adding activity*: aktivitas – aktivitas yang dilihat dari sisi konsumen, menampakkan suatu produk atau jasa semakin bernilai. Sebagai contohnya pengolahan bijih besi menjadi body sebuah mobil, menjemput pasien menggunakan ambulance.

- *Non value adding activity*: aktivitas – aktivitas yang dilihat dari sisi konsumen tidak menampakkan adanya nilai pada suatu produk atau jasa dan tidak diperlukan. Aktivitas tersebut dapat terlihat jelas sebagai *waste* yang dapat segera diminimalkan. Sebagai contoh ialah memindahkan barang dari satu kontainer satu ke yang lain sehingga dapat dibawa menuju pabrik.
- *Necessary non value adding activity*: aktivitas – aktivitas yang dilihat dari sisi konsumen tidak menampakkan adanya nilai pada suatu produk atau jasa akan tetapi diperlukan dalam proses. *Waste* semacam ini lebih susah untuk diminimalkan dalam waktu singkat. Sebagai contoh ialah menginspeksi produk secara manual dikarenakan alat permesinan yang digunakan sudah kuno.

2.1.1.5 Value Stream Mapping

Value stream mapping merupakan suatu tool yang digunakan dalam *lean manufacturing*. *Value stream mapping* juga menjadi sarana visual untuk menggambarkan secara luas untuk melihat aliran material dan informasi yang dibutuhkan pada saat produk berjalan dalam serangkaian proses.

Dengan menggunakan *Value stream mapping* kita dapat mengetahui suatu *mapping* atau pemetaan berkaitan dengan aliran produk dan aliran informasi mulai dari supplier, produsen, dan konsumen dalam satu gambaran utuh meliputi semua proses dalam suatu sistem. Dalam melakukan *VSM*, kita akan mengikuti proses dari awal sampai akhir dan mengukur apa saja yang terjadi di setiap tahap proses tersebut. Misalnya, dalam memantau proses, kita akan mencatat sumber daya apa saja yang digunakan, jumlah pemakaian sumber daya setiap kali digunakan, dan informasi lainnya. Tujuan dari pemetaan ini adalah untuk mendapatkan suatu gambaran utuh

berkaitan dengan waktu proses, sehingga dapat diketahui *value added* dan *non value added activity*.

Value stream mapping berguna untuk mengetahui *high-level problem area*, pemetaan kondisi aktual saat ini dan menentukan *quick-win opportunities*, menggambarkan *future state condition* untuk meningkatkan waktu dan *opportunity production*, serta untuk merencanakan *improve* jangka panjang.

Beberapa langkah – langkah yang perlu dilakukan untuk membuat *value stream mapping* adalah:

- *Identify The Product Family*

Pengelompokan famili produk harus diketahui sebagai langkah pertama dalam membuat *value stream mapping*. Pengelompokan produk dapat dilakukan dengan melihat kesamaan proses yang dilakukan, bentuk produk yang akan berkaitan dengan proses machining, serta bahan baku yang digunakan untuk membuat produk tersebut. Kemudian data – data tersebut disajikan dalam tabel dan melakukan pengelompokan produk dengan menggunakan matrix yang sesuai. Tujuan dari identifikasi ini adalah supaya proses *mapping* fokus pada produk yang memiliki proses produksi yang kurang bagus dan menyederhanakannya sehingga usaha untuk proses mengumpulkan data lebih mudah dan cepat.

- *Creating The Current State VSM*

Setelah pengelompokan produk dibuat, langkah selanjutnya adalah pembuatan *value stream mapping* kondisi aktual. Pembuatan *value stream mapping* kondisi aktual ini dapat kita gunakan sebagai alat untuk mengetahui dimana letak *bottleneck* yang terjadi, dan berapa lama *lead time* yang dibutuhkan. Dengan mengetahui letak *bottleneck* kita dapat segera mengidentifikasi permasalahan yang terjadi. Selain pembuatan *value stream mapping* kondisi aktual, kita juga perlu terjun ke lapangan untuk melihat proses secara langsung. Pengamatan proses secara langsung bertujuan

untuk mengetahui kondisi langsung dilapangan, sekaligus untuk mengidentifikasi *waste* yang ada di lapangan. Selain itu, juga diperlukan *gemba work*, dimana *gemba work* ini bertujuan untuk mengetahui hal – hal apa saja yang kita temui tidak sesuai dengan sebagai mana harusnya. Hasil dari *gemba work* dapat menjadi masukan dalam langkah *improvement* kedepannya.

- *Creating The Future State VSM*

Pembuatan *value stream mapping* untuk dimasa mendatang bertujuan untuk mencari proses produksi yang lebih baik. Setelah didapat *value stream mapping* pada kondisi aktual yang telah dilakukan sebelumnya, kita dapat melakukan perbaikan dengan memperhatikan langkah – langkah *quick win*.

- *Implement Improvements*

Implementasi perbaikan dilakukan setelah pembuatan *value stream mapping* kondisi masa yang akan datang. Tujuannya adalah untuk mengubah *value stream mapping* kondisi aktual saat ini menjadi *value stream mapping* masa yang akan datang.

2.1.2 *Six sigma*

Six sigma merupakan salah satu konsep atau metode untuk membangun keunggulan dalam persaingan melalui peningkatan proses bisnis dengan mengurangi atau menghilangkan penyimpangan terhadap proses bisnis yang ada. *Six sigma* berfokus terhadap pengendalian kualitas dengan mempelajari sistem produksi perusahaan secara keseluruhan. Metode ini dibuat untuk menggantikan *TQM (Total Quality Management)*, bertujuan untuk mencegah terjadinya cacat produksi, menghemat waktu pembuatan produk, dan meminimalisir biaya.

Pada dasarnya *Six sigma* dapat disebut juga dengan sistem komprehensif dan fleksibel untuk memberi dukungan, mengoptimalkan proses produksi untuk mencapai nilai efisiensi yang berfokus pada pemahaman akan kebutuhan pelanggan.

Dengan metode *Six sigma*, perusahaan akan terus berupaya untuk memperhatikan kesesuaian dan keseimbangan antara kinerja yang dilakukan dengan apa yang menjadi kebutuhan pelanggan.

Selain itu konsep ini juga merupakan sebuah metodologi terstruktur untuk mengurangi variasi proses sekaligus mengurangi cacat dengan menggunakan statistik dan problem solving tools secara intensif. *Six sigma* berasal dari kata *SIX* yang berarti enam (6) dan *SIGMA* yang merupakan satuan dari Standard Deviasi yang juga dilambangkan dengan simbol σ , *Six sigma* juga sering di simbolkan menjadi 6σ . Makin tinggi Sigma-nya, semakin baik pula kualitasnya. Dengan kata lain, semakin tinggi Sigma-nya semakin rendah pula tingkat kecacatan atau kegagalannya.

Six sigma dapat didefinisikan sebagai suatu proses bisnis yang memungkinkan perusahaan untuk meningkatkan kinerjanya dengan merancang dan memantau aktivitas harian bisnis dalam mencapai kepuasan pelanggan. *Six sigma* juga didefinisikan sebagai suatu sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, member dukungan dan memaksimalkan proses usaha, yang berfokus pada pemahaman akan kebutuhan pelanggan dengan menggunakan fakta, data serta terus menerus memperhatikan peraturan, perbaikan dan mengkaji ulang proses usaha. Tujuan dari *Six sigma* tidak hanya mencapai level Sigma tertentu saja tetapi lebih pada peningkatan kemampuan perusahaan. *Six sigma* akan berupaya untuk memperhatikan kesesuaian antara kinerja produk atau jasa yang dihasilkan dengan kebutuhan pelanggan.

Terdapat empat tahapan dalam menerapkan metode *six sigma* yang merupakan suatu pendekatan dalam penyelesaian masalah dan peningkatan proses. Langkah – langkah tersebut ialah *define, measure, analyze, improve dan control*. (DMAIC). Pola pikir dari DMAIC dapat dilihat pada gambar 2.2. Fokus dari metodologi ini mencakup pemahaman dan usaha untuk memenuhi apa yang diinginkan konsumen. Siklus DMAIC dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. *Define*

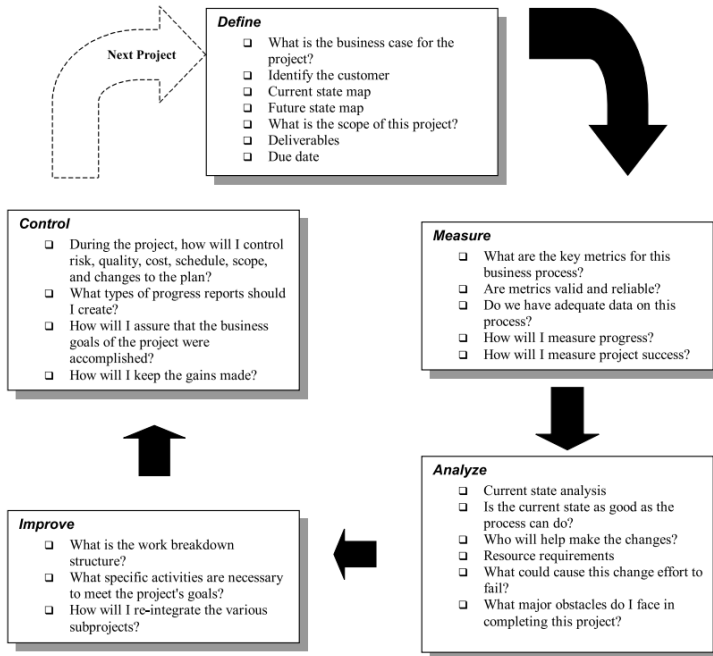
Merupakan tahapan pendefinisian tujuan dari kegiatan *improvement* yang akan dilakukan. Pada level tertentu tahap ini digunakan untuk menentukan tujuan dari suatu organisasi, loyalitas konsumen terhadap produk dan jasa, market share yang meningkat, maupun kepuasan karyawan dalam achievement.[5] Pada level operasional tujuannya dapat berupa hasil produksi dari departemen produksi. Tahap ini memerlukan komunikasi secara langsung dengan konsumen, pemegang saham, dan karyawan.

- Mengidentifikasi target pelanggan.
- Mengidentifikasi proyek yang cocok untuk dilakukan upaya *six sigma* berdasarkan tujuan bisnis dan kebutuhan pelanggan.
- Mengidentifikasi *critical to quality (CTQ)* yang menjadi perhatian pelanggan dari segi kualitas.

2. *Measure*

Tahap ini dilakukan pengukuran kondisi aktual saat ini. Membuat pengukuran yang valid sehingga dapat membantu dalam memonitor perkembangan kegiatan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

- Menjelaskan bagaimana pengukuran terhadap proses dan bagaimana performanya.
- Mengidentifikasi kunci utama proses yang memengaruhi CTQ dan mengukur jumlah barang cacat yang terjadi akibat sistem produksi.



Gambar 2. 2 Pola Pikir DMAIC [5]

3. Analyze

Tahap ini dilakukan analisa terhadap suatu sistem atau proses untuk menghilangkan hal – hal yang menghambat dari kondisi sistem atau proses yang kita inginkan dengan sistem atau proses yang ada saat ini. Menggunakan metode – metode statistik untuk melakukan analisis.

- Menentukan penyebab utama adanya barang cacat produksi.
- Memahami mengapa barang cacat produksi dapat terjadi dengan cara mengidentifikasi variabel utama yang menyebabkan adanya variasi dalam proses.

4. *Improve*

Tahap ini dilakukan perbaikan terhadap sistem atau proses yang ditinjau. Perbaikan yang dilakukan berdasarkan action plan yang telah disusun dari tahap analisis yang telah dilakukan sebelumnya. Perencanaan perbaikan sebaiknya memberikan solusi yang lebih baik, murah, dan lebih cepat memberikan hasil yang diinginkan. Penggunaan metode – metode statistik diperlukan pada tahap ini untuk memvalidasi hasil *improvement*.

- Mengidentifikasi rata – rata untuk menghilangkan penyebab produk cacat.
- Menetapkan variable utama dan melakukan perhitungan terhadap efeknya pada CTQ.
- Mengidentifikasi range maximum yang dapat diterima untuk pengukuran standar deviasi variable.
- Modifikasi proses untuk memenuhi range yang telah ditentukan.

5. *Control*

Tahap ini dilakukan untuk memonitor sistem atau proses hasil *improvement*. Pengontrolan dapat dilakukan dengan membuat regulasi, SOP, material requirement planning, operational instruction, dan sistem manajemen yang lain. Penggunaan standar seperti ISO 9000 untuk memastikan dokumentasi berjalan dengan benar.[5] Penggunaan metode statistik untuk mengukur stabilitas dari sistem.

- Menentukan bagaimana mempertahankan *improvement* yang telah dilakukan.
- Mengaplikasikan metode yang sesuai di lapangan agar variable utama tetap berada pada range maximum yang dapat diterima.

2.1.2.1 Problem Solving Tools

Dalam aplikasi *six sigma* pada suatu sistem maupun proses, diperlukan adanya tools guna memudahkan pengguna metode *six sigma* mencapai tujuannya. DMAIC merupakan salah satu metode untuk mencapai *six sigma* dalam perbaikan suatu sistem atau proses. Dalam DMAIC terdapat banyak tools yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan dari setiap tahapan yang dilakukan.

Pada tahap *define* terdapat tool berupa *voice of customer* (VOC). *Voice of customer* adalah suatu proses guna mencari tahu apa yang sebenarnya diinginkan atau diharapkan oleh konsumen mengenai suatu produk. Dari pembuatan VOC diharapkan produsen mendapat detail permintaan konsumen, mengurangi risiko produk tidak terjual di pasar. Data – data VOC dapat dilakukan dengan mengadakan survei, diskusi dengan konsumen, letters. Contoh dari VOC dapat dilihat pada gambar 2.3 Hasil dari data VOC yang didapat akan diolah menjadi CTQ sehingga memudahkan produsen untuk menerjemahkan permintaan konsumen dalam produknya. Contoh pengolahan VOC menjadi CTQ dapat dilihat pada gambar 2.4.

VOC	Agreed-upon measurable Y	Agreed-upon specification
<i>you do not ship your product fast enough</i>	<i>Time- as measured in days from when the order is placed to when the product has been received at the shipping dock</i>	<i>product will be considered late if delivered > 10 days</i>
<i>i dont like the changing delivery dates</i>	<i>% of delivery dates that change in a week - A delivery date will be considered set after the order has been placed and sales tells the customer the date. Any change to this initial date will be considered a change</i>	<i>No changes</i>
<i>we need faster answers to our queries</i>	<i>Time - as measured in minutes from when the customer has posed the question until the customer agrees with the answer</i>	<i>Less than 5 minutes</i>

Gambar 2. 3 Contoh Voice of Costumer [1]

VOC	Key Costumer Issue	Critical Costumer Requirements
<i>"this mower is way too hard to start."</i>	<i>wants the mower to start quickly and painlessly</i>	<i>mower start within two pulls on the cord</i>
<i>I'm always on hold or end up talking to the wrong person."</i>	<i>wants to talk to the right person</i>	<i>add additional menu items to the voice system</i>
<i>"This package doesn't do what I want!"</i>	<i>the software does what the vendor said it would do</i>	<i>the software is fully operational on the customer's existing</i>

Gambar 2. 4 Perubahan VOC ke CTQ [1]

Selain itu diperlukan suatu tujuan proyek secara tertulis yang dapat mendefinisikan apa saja yang dibutuhkan oleh tim, tujuan apa yang ingin dicapai oleh tim, menjaga fokus tim, dan menyelaraskan tujuan antara tim dengan tujuan organisasi. Dokumen project charter berisi informasi penting yang mencakup penjelasan ringkas dari sebuah proyek yang akan dijalankan. Dokumen ini menampilkan judul proyek yang dikerjakan, latar belakang dijalankannya proyek, deskripsi, target, scope, anggota tim yang terlibat, durasi pengerjaan proyek. Contoh project charter dapat dilihat pada gambar 2.5.

Project Charter

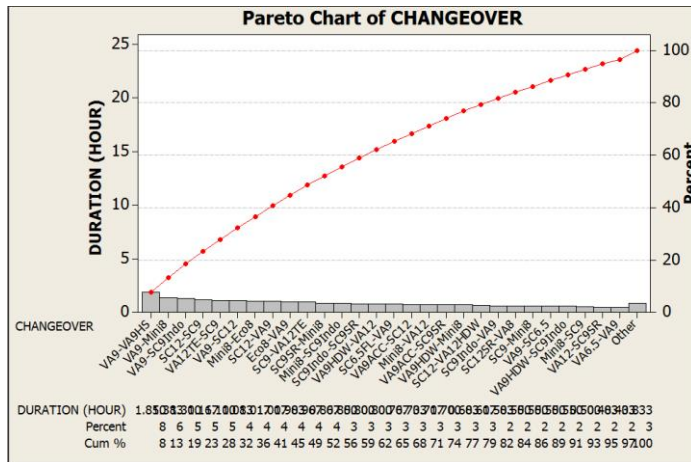


Project Leader: Binny Arora	Team Members		
Business Case Advance Innovation Group India Ltd (AIG) is a Business process Outsourcing Company, operating out of Noida. Aviva Life Insurance Company UK has outsourced its Claims Indexing process to AIG. Claims Indexing Process: The Claims Indexing process was migrated to AIG India in January 2009. The process has not been meeting the required productivity expectations and as a result the backlog has increased and transactions are missing. Turn around time. Customers are calling and complaining. As per state laws a claim has to be processed within 30 days of receiving it - Claims are not being processed within 30 days and Aviva is paying huge fines to the State Government. AIG is also paying financial penalties for not meeting the SLA target for last three months. Improving productivity will increase Business end-end TAT and both Aviva and AIG will benefit from improved productivity. This also will result in reduced operating cost for AIG.	Stakeholders	Business Leader	
	Champion	Vice President	
	Sponsor	Assistant Vice President	
	MBB	Pranay Kumar	
	LBB	Jai Kapoor	
	Team Member	SME,QCA, 4 Associates, MI team, AM PE & AM Operations	
Problem Statement: For the period March 10 to May 10 the average performance on productivity for the process was 48.56 documents per hour. Against a target on 58 documents per hour. The backlog has increased by 10,000 documents and TAT% is at 85% not met.	Goal Statement: To improve process productivity from 48.56 documents per hour to 58 documents per hour by 21st November 2010		
Project In Scope: 1. Associates in production effective October 2009 Project Out of Scope: 1. Associates in training as on June 2010 2. Any new work or queue added effective May 2010 3. Indexing Process at AIG USA	Timelines/Milestones / Phases	Start Date	End Date
	Start date:	5 th June 2010	--
	DEFINE	15 th June 2010	10 th July
	MEASURE	11 th July	15 th August
	ANALYZE	17 th August	30 th September
	IMPROVE	5th October 2010	20 th November
	CONTROL	25 th November	15 th December 2010

Gambar 2. 5 Contoh Project Charter [6]

Tools berikutnya ialah SIPOC (Supplier – input – process – output – costumer). Tools ini akan memberikan gambaran yang jelas mengenai pengaruh dari proses terhadap pelayanan konsumen. Hasil akhir dari SIPOC analisis ini adalah sebuah template untuk menentukan proses sebelum melakukan pemetaan, pengukuran dan peningkatan proses.

Dalam tahap measure terdapat tools berupa diagram pareto. Diagram pareto ialah diagram batang yang dipadukan dengan diagram garis untuk merepresentasikan suatu parameter yang diukur sehingga dapat diketahui parameter dominan. Parameter tersebut dapat berupa frekuensi kejadian, durasi kejadian, maupun nilai tertentu. Diagram batang pada diagram pareto menunjukkan nilai aktual sedangkan diagram garis menunjukkan nilai persentase kumulatif dari setiap parameter yang ditinjau. Contoh diagram pareto yang menunjukkan nilai frekuensi dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Pareto Diagram

2.1.3 Proses Produksi

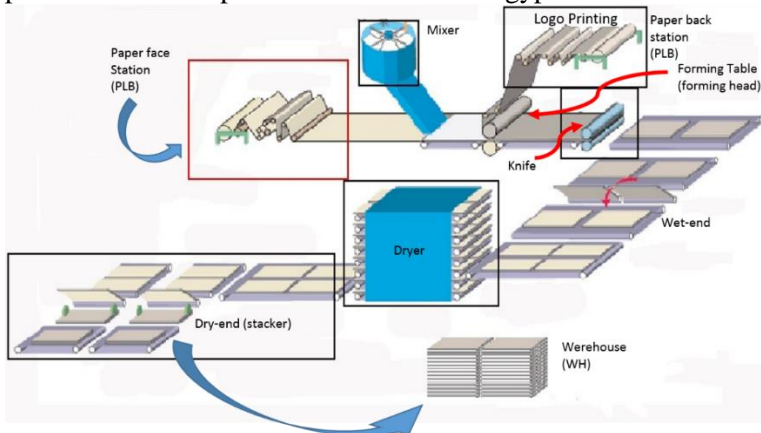
Proses produksi pada PT.Petrojaya Boral Plasterboard terbagi menjadi tiga area yakni mill plant, board *line*, dan VAP. Pada area mill plant bahan raw material gypsum diolah melalui beberapa proses hingga menjadi stucco. Proses tersebut diantaranya ialah proses pengayakan menggunakan screen shaker dan hammer crusher, kemudian pengeringan melalui drying fan, calcining, combustion, dan burner hingga menjadi stucco.

Setelah raw material siap digunakan, proses dilanjutkan pada area *boardline*. Dimana pada area tersebut terjadi proses pencampuran (mixing) hingga penumpukan (stacking) pada warehouse. Pada proses pencetakan plasterboard, diawali dengan penyiapan kertas (face paper dan back paper), selanjutnya pencetakan logo pada face paper, kemudian dilanjutkan dengan pencetakan plasterboard pada *forming table*. Pada area *forming table* terdapat *mixer* yang berfungsi untuk mencampur antara stucco, potash, molase, retarder dan bahan-bahan aditive lainnya. Setelah tercampur sesuai dengan spesifikasi produk maka akan dialirkan melalui nozzle keatas permukaan back paper yang

selanjutnya akan ditutup dengan face paper pada *forming head*. Pada *forming table* terdapat *scoring* yang berfungsi untuk menentukan dimensi lebar dari plasterboard yang akan dicetak.

Setelah plasterboard dicetak pada *forming table*, plasterboard yang masih basah tersebut dibawa (conveying) menuju *blade knife* melalui conveyor sepanjang 118m. *Blade knife* menggunakan measuring wheel sebagai sensor pengukur panjang board yang akan dipotong sesuai dengan spesifikasi produk. Pada area *blade knife* juga disebut sebagai area wet-end. Dimana apabila terdapat *waste defects* pada board sebelum memasuki *dryer* akan disisihkan. Kemudian setelah melalui proses pemotongan, board yang sudah sesuai dimensinya masuk kedalam *dryer* sepanjang 63m. Saat board meninggalkan *dryer*, board akan ditumpuk (stacking) dan disimpan kedalam warehouse. Pada area stacking atau yang bisa disebut sebagai area dry-end, apabila terjadi *waste defects* produk akan disisihkan dan akan dipilih produk mana yang masih memenuhi spesifikasi dan yang sama sekali tidak memenuhi. Proses *changeover* terjadi pada area *boardline*. Proses produksi pada *boardline* dapat dilihat pada gambar 2.7

Area berikutnya ialah area VAP, dimana pada area ini dilakukan proses lanjutan untuk produk-produk tertentu. Produk-produk tersebut seperti akuistik board dan gyptile.



Gambar 2. 7 Layout Boardline

2.2 Tinjauan Pustaka

Sumber pustaka berupa jurnal penelitian dengan studi kasus yang menyerupai permasalahan reduksi *changeover downtime* dengan meminimasi *waste* menggunakan metode *lean six sigma* tidak banyak ditemukan. Berikut ini adalah beberapa penelitian yang berkaitan dengan permasalahan tugas akhir ini dan dapat dijadikan sebagai acuan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

Vristanto B. Kusumo melakukan penelitian untuk meningkatkan laju produksi dengan meminimasi *waste* menggunakan metode *lean six sigma* studi kasus PT. Indobatt Industri Permai. Penelitian ini dimulai dengan memahami proses produksi aki mulai dari proses casting, pasting, formation, inert gas, cutting, stacking, dan assembling. Kemudian dilakukan identifikasi masalah yakni rendahnya produktivitas PT Indobatt untuk memenuhi kebutuhan konsumennya. Penelitian ini menggunakan big picture mapping untuk menggambarkan seluruh aliran produksi. Tahap selanjutnya ialah mengidentifikasi *waste* yang kemudian dilakukan penelusuran untuk mencari *root cause*. Setelah didapatkan akar permasalahan dilakukan perencanaan improve. Dari hasil penelitian didapatkan *waste* yang sering terjadi adalah *defect* pada area casting, pasting, dan formation. Usulan *improvement* yang diajukan berhasil mengurangi *waste* dan peningkatan total produksi.

Sri M. Retnaningsih melakukan penelitian untuk meningkatkan produktivitas proses *butt weld orbital* dengan pendekatan *lean six sigma*. Penelitian ini dimulai dengan pemahaman proses *butt weld orbital*. Pada proses *improvement* yang dilakukan ialah perbaikan pada waktu interpass sehingga terjadi peningkatan dari 10 joint menjadi 11 joint dan waktu standar menjadi 5 menit lebih cepat. Tools yang digunakan ialah process mapping activity untuk mengurangi *waste*. Hasil penelitian yang didapat adalah aktivitas operasi meningkat, aktivitas inspeksi menurun, dan aktivitas delay berkurang.

Penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini menggunakan konsep *Lean* untuk menurunkan *downtime* yang diakibatkan oleh *changeover* serta konsep *six sigma* yang digunakan untuk mengurangi *waste* yang juga memiliki pengaruh terhadap terjadinya *downtime changeover*. Hasil *improvement* yang dilakukan akan dilihat dari segi durasi *downtime changeover* dan jumlah *waste* yang diakibatkan oleh proses *changeover*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai langkah – langkah yang dijadikan sebagai acuan dalam penulisan tugas akhir ini. Langkah – langkah tersebut terbagi atas lima tahapan yakni, tahap perumusan masalah dan tujuan penelitian, tahap studi literatur dan studi lapangan, tahap pengumpulan dan analisa data, tahap *improvement*, serta tahap penarikan kesimpulan dan saran. Secara umum langkah–langkah dalam penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.1.

3.2 Metodologi Penelitian

Sebagai tahapan paling awal dalam penelitian ini. Tahap ini terdiri dari beberapa langkah, yaitu tahap perumusan masalah dan tujuan penelitian, tahap studi literatur dan studi lapangan, tahap pengumpulan dan analisa data, tahap *improvement*, serta tahap penarikan kesimpulan dan saran.

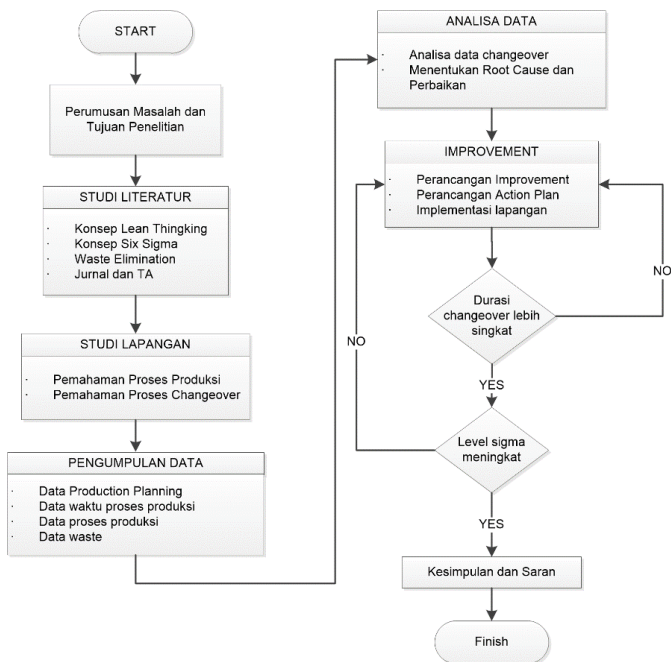
3.2.1 Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Identifikasi perumusan masalah dan tujuan penelitian merupakan kegiatan merumuskan masalah dan tujuan penelitian di PT. Petrojaya Boral Plasterboard plant Gresik yang dapat dijadikan sebagai objek penelitian tugas akhir ini. Tujuan penelitian yang telah ditetapkan akan membantu jalannya penelitian guna menyusun langkah – langkah dalam penyelesaian masalah yang dirumuskan. Permasalahan yang dimaksud disini adalah tingginya waktu *downtime* dan timbulnya *waste* selama proses *Changeover* pada PT. Petrojaya Boral Plasterboard yang ingin diselesaikan dengan penerapan metode *Lean Six sigma*.

3.2.2 Studi Literatur dan Studi Lapangan

Studi literatur merupakan kegiatan yang dilakukan dengan mempelajari literatur untuk menunjang wawasan penulis dalam

menyelesaikan permasalahan yang telah ditetapkan. Studi literatur juga dilakukan untuk mengetahui penelitian sebelumnya yang dapat dijadikan masukan untuk penulis dalam menyelesaikan permasalahan. Literatur yang digunakan adalah jurnal, buku, dan penelitian – penelitian sebelumnya mengenai *Lean Six sigma*. Studi literatur ini penting untuk dijadikan landasan berpikir dalam menganalisa dan mengatasi permasalahan yang ditinjau. Studi lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi aktual yang terjadi dilapangan pada produksi papan gypsum di PT. Petrojaya Boral Plasterboard. Dengan dilakukannya studi lapangan ini, penulis akan mendapatkan gambaran langkah – langkah yang akan dilakukan untuk mengetahui faktor – faktor penyebab timbulnya permasalahan.



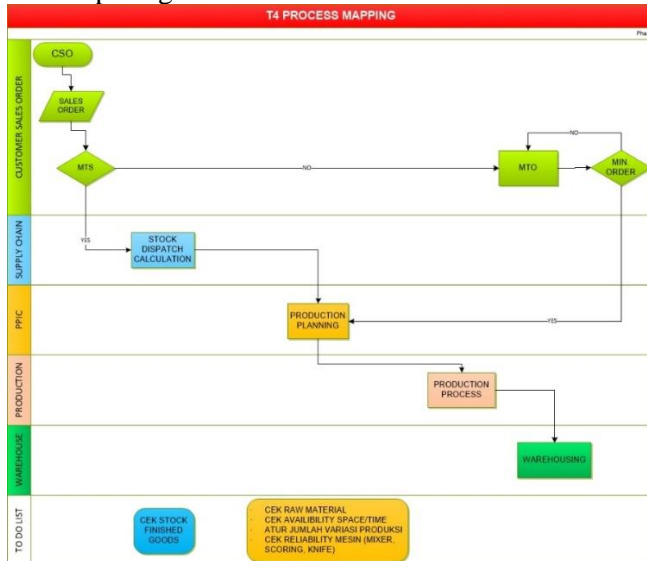
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

3.2.3 Pengumpulan dan Analisa Data

Pengumpulan dan analisa data dilakukan untuk memperoleh data – data yang dibutuhkan dalam penelitian tugas akhir ini. Data – data tersebut diperoleh melalui permintaan data pada database perusahaan, wawancara dengan pihak perusahaan, gamba work, dokumentasi langsung maupun perusahaan, dan pengamatan kondisi di lapangan. Adapun kegiatan yang termasuk dalam tahap pengumpulan dan pengolahan data pada penelitian tugas akhir ini adalah:

3.2.3.1 Process Mapping

Tujuan dari pembuatan process mapping ialah untuk mengetahui aliran proses production planning dan memberikan gambaran sistem *changeover* guna memberikan pemahaman mengenai sistem *changeover* product. Dengan adanya process mapping dapat diketahui letak *waste*, dan dapat diketahui letak potensi *root cause* yang menghambat. Contoh process mapping dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Process Mapping

3.2.3.2 Identifikasi Waste

Pengidentifikasian *waste* bertujuan untuk mengetahui ada dan tidaknya *waste* pada proses tersebut. Setelah diketahui adanya *waste* pada proses tersebut, penulis akan mengklasifikasikan *waste* yang didapat dari hasil observasi. Untuk mengetahui letak – letak proses yang perlu diidentifikasi maka keseluruhan perlu untuk dijabarkan menjadi detil – detil proses. Pengelompokan data *waste* yang didapat dapat disusun dalam tabel identifikasi *waste* seperti pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Identifikasi dan Klasifikasi Waste

Activity	WASTE							Keterangan
	Transportation	Inventory	Motion	Waiting	Over Production	Over Processing	Defect	
Speed Adjustment								
			motion					Gerakan bolak balik dalam pengaturan PLC Operator menunggu hasil penyingkronasian conveyor
			waiting					

3.2.4 Analisa dan Rekomendasi Perbaikan

Pada tahap ini dilakukan analisis dari data–data yang diperoleh baik melalui wawancara dengan pihak perusahaan maupun observasi langsung. Adapaun kegiatan–kegiatan yang termasuk dalam tahap ini ialah:

3.2.4.1 Analisa Waste yang Terjadi

Dari hasil pengolahan data yang didapat melalui wawancara dari pihak perusahaan dan observasi langsung dilakukan analisa terhadap *waste* yang terjadi. Setelah itu dilakukan identifikasi guna mencari faktor–faktor penyebab timbulnya *waste* dan tingginya waktu yang diperlukan untuk melakukan *changeover* produksi.

3.2.4.2 Penentuan Root cause dan Rekomendasi Perbaikan

Dari hasil pengolahan data yang didapat dari langkah sebelumnya, penulis harus menentukan *root cause* yang

menyumbangkan efek critical pada proses. Untuk menentukan *root cause* yang memiliki pengaruh critical pada proses dilakukan langkah – langkah seperti pembuatan decision trees, process mapping, dan C&E diagram serta C&E matrix. Setelah ditemukan *root cause* akan dilakukan usulan – usulan perbaikan terhadap proses yang dilakukan untuk meminimasi *waste* yang ada dan meminimasi waktu yang diperlukan untuk *changeover* produksi. Sehingga nantinya perusahaan dapat meningkatkan availability factor.

3.2.5 Implementasi Improvement

Pada tahap ini analisa data yang sudah dilakukan sebelumnya akan dijadikan bahan untuk melaksanakan action plan atau *improvement* yang telah direncanakan dari hasil langkah sebelumnya. *Improvement* yang dilakukan akan selalu dipantau dan dicatat hasilnya untuk dibandingkan dalam langkah berikutnya.

3.2.6 Validasi Implementasi

Pada tahap ini dilakukan perbandingan antara hasil yang didapat setelah dilakukan *improvement* dengan kondisi sebelum dilakukan *improvement*. Setelah hasil dicatat dan dibandingkan, akan dinilai apakah hasil yang diinginkan sudah menuju target yang direncanakan. Apabila masih belum tercapai akan dilakukan perancangan ulang untuk langkah *improvement* hingga didapat hasil yang mendekati nilai target.

3.2.7 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini merupakan langkah akhir dari tugas akhir ini yang menyajikan hasil – hasil berdasarkan pengolahan, analisa dan evaluasi yang telah dilakukan.

3.2.7.1 Kesimpulan

Tahap ini merupakan tahapan dimana penulis melakukan penarikan kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Hasil penarikan kesimpulan didapat dari

pengolahan data hingga langkah yang diambil selama proses *improvement* yang dilakukan.

3.2.7.2 Saran

Saran diperlukan untuk kepentingan pada masa yang akan datang untuk kesempurnaan penelitian. Pengajuan saran diharapkan dapat bermanfaat bagi perusahaan dan peneliti yang lain ketika akan melakukan penelitian dengan tema serupa.

BAB IV

ANALISA DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan diuraikan beberapa hal yang berkaitan dengan tahapan identifikasi permasalahan yang berkaitan dengan proses *changeover* produk. Pemetaan akan digambarkan melalui tahapan tiap proses *changeover* dan analisa permasalahan yang terjadi.

4.1 Profil Perusahaan

Profil Singkat Perusahaan

Nama Perusahaan	: PT. Petrojaya Boral Plasterboard
Alamat	: Jl. Prof. Dr. M. Yamin (LIK), Desa Roomo, Kec. Manyar Gresik 61151, Jawa Timur - Indonesia
Telepon	: +62 31 3950 222
Bidang usaha	: Plasterboard (Papan Gypsum)

4.2 Proses *Changeover*

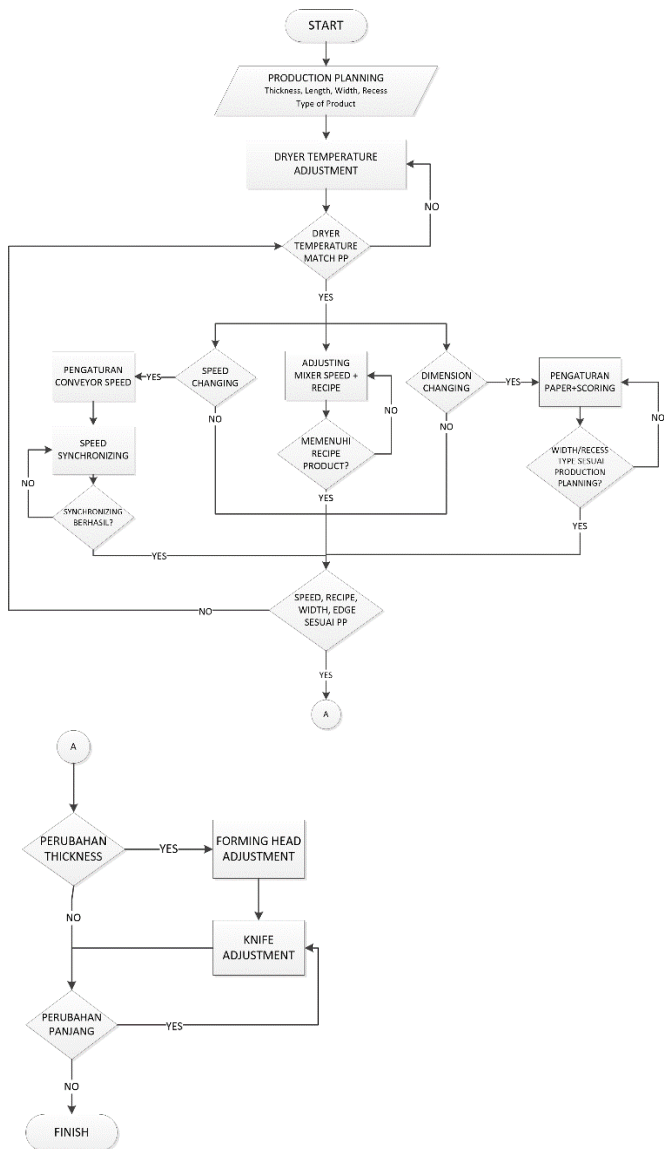
Changeover produk merupakan suatu kegiatan yang harus dilakukan pada PT. Petrojaya Boral Plasterboard mengingat hanya ada satu *line* produksi pada perusahaan tersebut. *Changeover* produk berarti mengubah setting dan peralatan produksi guna memproduksi barang yang berbeda pada *line* produksi yang sama.

Changeover dikelompokkan menjadi dua jenis, yakni *online* dan *offline*. Pada *changeover online* *line* produksi tidak perlu berhenti, sedangkan untuk *offline* seluruh *line* produksi harus dihentikan. Adapun langkah-langkah yang harus dipenuhi pada saat *online changeover* dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Changeover diawali dengan melakukan perencanaan produksi yakni mengatur dimensi, recipe produk, suhu dan *line speed* yang diperlukan. Selanjutnya, *equipment* pertama yang diatur ialah *dryer* (kiln), setelah *dryer* memenuhi suhu yang diinginkan maka dilakukan pengaturan pada conveyor, *scoring*, *knife*. Kecepatan conveyor diatur sesuai dengan kebutuhan jenis

produk board yang diproduksi. Pengaturan kecepatan conveyor dilakukan dengan kontrol PLC yang kemudian dilanjutkan dengan melakukan sinkronisasi.

Sinkronisasi kecepatan conveyor dilakukan dengan melakukan pengukuran menggunakan tachometer pada *forming* belt 1 dan 2 serta rolling conveyor. Setelah didapatkan kecepatan aktual dilakukan sinkronisasi pada *controller box*. Kemudian dilakukan pengaturan *scoring* guna mengatur dimensi lebar yang diinginkan. Pengaturan *scoring* dibarengi dengan pengaturan *forming head* apabila diinginkan adanya perubahan ketebalan. Kemudian dilakukan pengaturan pada *blade knife* untuk mengatur panjang potongan tiap board sesuai spesifikasi. Pada area yang berbeda dilakukan pengaturan *printer* logo. Pengaturan logo *printer* meliputi penyiapan tinta, kertas plasterboard dan *printer head*. Apabila kegiatan diatas telah dilakukan maka selesailah proses *changeover* yang diinginkan.

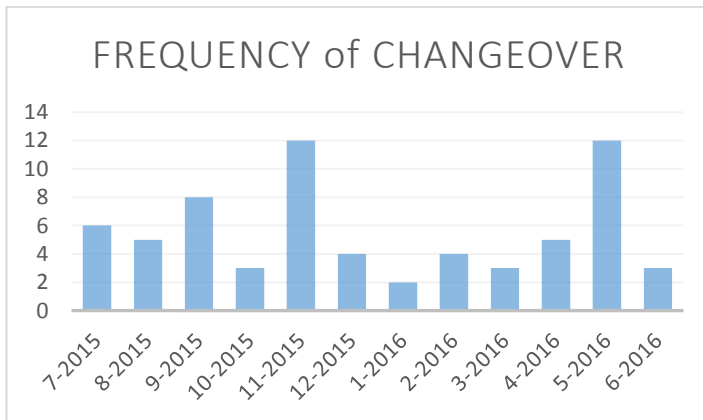
Gambar 4. 1 Flowchart *Online Changeover*

4.2.1 Define

Data historis yang dikumpulkan mengenai kejadian *changeover* baik dari segi *waste defect* yang ditimbulkan, durasi, dan frekuensi yang ada. Durasi dan frekuensi *changeover* pada periode FY2015 (Juli 2015 - Juni 2016) bervariasi mengikuti jumlah order yang masuk ke perusahaan. Data frekuensi *changeover* dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Frekuensi *Changeover* FY2015

Row Labels	7-2015	8-2015	9-2015	10-2015	11-2015	12-2015	1-2016	2-2016	3-2016	4-2016	5-2016	6-2016	Grand Total
Size Change	6	5	8	3	12	4	2	4	3	5	12	3	67



Gambar 4. 2 Grafik Frekuensi *Changeover*

Dapat dilihat pada tabel diatas terdapat variasi frekuensi pada FY2015. Hal ini mempengaruhi pada durasi dan *waste defect* yang ditimbulkan setiap bulannya. Frekuensi tertinggi terdapat pada bulan November 2015 dan Mei 2016 sebesar 12 kali *changeover*. Sedangkan pada bulan Januari 2016 merupakan frekuensi terendah yakni sebesar dua kali. Grafik frekuensi *changeover* ditunjukkan pada Gambar 4.2. Data durasi *changeover* dan *waste defect* yang ditimbulkan dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3.

Tabel 4. 2 Durasi *Changeover* FY2016

Type of DT	Jul-15	Aug-15	Sep-15	Oct-15	Nov-15	Dec-15	Jan-16	Feb-16	Mar-16	Apr-16	May-16	Jun-16
T04	140	78	271	124	76	33	39	35	92	43	367	216

Tabel 4. 3 *Waste Defect Changeover* FY2016

Row Labels	7-2015	8-2015	9-2015	10-2015	11-2015	12-2015	1-2016	2-2016	3-2016	4-2016	5-2016	6-2016	Grand Total
Size Change	303.09	144.61	689.36	210.74	691.87	317.48	129.6	308.4	66.58	222.75	2732.13	91.8	5908.41

Dapat dilihat pada tabel diatas terdapat variasi durasi *changeover* produk pada FY 2015. Durasi tertinggi terdapat pada bulan Mei 2016 yakni selama 367 menit, dan durasi terendah terdapat pada bulan Desember 2015 yakni sebesar 33 menit. Pada bulan November 2015 dan Mei 2016 frekuensi *changeover* memiliki nilai yang sama, tetapi terdapat perbedaan pada durasi yang ditimbulkan. Hal ini dikarenakan terjadi trouble pada saat proses *changeover* sehingga dilakukan *breakdown maintenance* pada *mixer*.

Dapat dilihat pada tabel 4.3 diatas bahwa *waste* terbesar yang ditimbulkan selama periode FY2015 terdapat pada bulan Mei 2016 yakni sebesar 2732,13 m². Sedangkan untuk bulan Maret 2016 merupakan *waste* dengan tingkat paling rendah yakni sebesar 66,58m². Hal ini menunjukkan adanya kesalahan pada proses *changeover* sehingga menimbulkan *waste* dan durasi yang cukup merugikan bagi perusahaan.

4.2.1.1 SIPOC Chart

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
Plant PPIC, BU Customer Sales Officer	Sales Order ; Actual Stock ; WH space	Production Meeting	Weekly Production Plan	Production ; Logistic
Plant PPIC ; Production	Weekly Production Plan	Weekly Production Meeting	Weekly Production Schedule	Board Line ; Mill ; PPIC
Mill Line; Plant PPIC	Recycled Gypsum ; Natural Gypsum ; Gypsum Sludge	Gypsum Mixing	Mixed Gypsum	Mill Line
Mill Line	Natural Gypsum ; Gypsum Sludge ; Recycled Gypsum	Milling	Stucco ; Gypsum Sludge	Board Line ; Mill Line
Board Line ; Plant PPIC	Stucco ; Water ; Paper ; Dry Additive ; Wet Additive	Board Production	Plasterboard ; Plasterboard Waste	Warehouse
Board Line ; Warehouse	Plasterboard ; Forklift	Storage	Plasterboard storage	Customers ; Plant PPIC ;

Gambar 4. 3 SIPOC Chart

Dari Gambar diatas dapat diketahui urutan berjalannya informasi dari proses produksi yang berjalan. PPIC merupakan perencana produksi yang menentukan jumlah produksi dari masing-masing produk tiap minggunya. Penelitian ini berada pada area *board line* dimana input atau source yang digunakan meliputi Stucco, water, *plasterboard paper*, *dry additive*, dan *wet additive*. Kemudian proses board production berjalan, yang kemudian memberikan output berupa Plasterboard dan *waste defects* dari plasterboard. Costumer dari proses board production ini ialah warehouse, dimana pada warehouse plasterboard dapat langsung dipasarkan, maupun diolah lagi dalam VAP plant untuk menjadi produk yang lebih bervariasi.

4.2.2 Measure

Pada tahap ini dilakukan pengukuran kondisi aktual dari pabrik yang dilakukan secara bulanan. Dimana data yang diambil untuk selanjutnya diamati ialah data waktu *downtime* yang ditimbulkan akibat proses *changeover* dan *waste defect* yang timbul. Adapun data yang didapat sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Durasi *Changeover* 2016

Month	January	February	March	April	May	June	July	August
Durati on (min)	39	35	92	43	36 7	21 6	42	87

Tabel 4. 5 *Waste defects changeover* 2016

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug
129.6	308.4	66.58	223	2732	91.8	132	73.4

Dari data pada tabel 4.4 dan 4.5 dapat dilihat bahwa masih diperlukannya minimasi untuk meningkatkan waktu available produksi. Pada bulan Januari hingga Agustus *changeover* memiliki rata-rata waktu sebesar 115,125 menit, sedangkan untuk *defects* memiliki rata-rata 469,6 m² tiap bulannya.

4.2.3 Analysis

Pada tahap ini akan dilakukan analisa terhadap permasalahan dan pencarian rootcause. Dengan tingginya waktu *downtime* dan timbulnya *waste* berupa *defect* product yang timbul akibat proses *changeover*, maka dilakukan analisa data pada pergantian produk yang dilakukan. Analisa tersebut dilakukan untuk mengetahui produk mana yang mengakibatkan tingginya durasi yang diperlukan untuk melakukan *changeover* product. Pada tabel 4.6 terdapat spesifikasi singkat dari produk yang diproduksi pada pabrik ini. Spesifikasi meliputi standar lebar masing-masing jenis produk dan tebal kertas yang digunakan untuk melapisi bagian atas dan bawah. Panjang produk bervariasi dari 1800mm, 2000mm, 2400mm, hingga 3600mm.

Tabel 4. 6 Spesifikasi Singkat Produk

Tebal	Lebar	Paper (Gsm)	
		Face	Back
6.5	1200	170	160
	1208		
	1220		
8	1192	180	170
mini8	1200	180	170
ecogyp	1200	170	160
	1208		
9	1192	180	170
SC 9 SR	1200	190	180
SC 9 Indo	1200	190	180
	1208	190	180
	1220	190	180
12	1192	180	170
	1200		
Normal DW	1208	180	170
HDW	1208	180	170
HDW 9	1208	180	160
TE	1208	190	180

Tabel 4. 7 Kegiatan Changeover

No.	Kegiatan
1	Penyesuaian Dimensi Panjang dan Lebar
2	Pergantian Ketebalan
3	Pergantian Kertas
4	Pergantian Filter
5	Pergantian logo
6	<i>Cleaning Fiber</i>

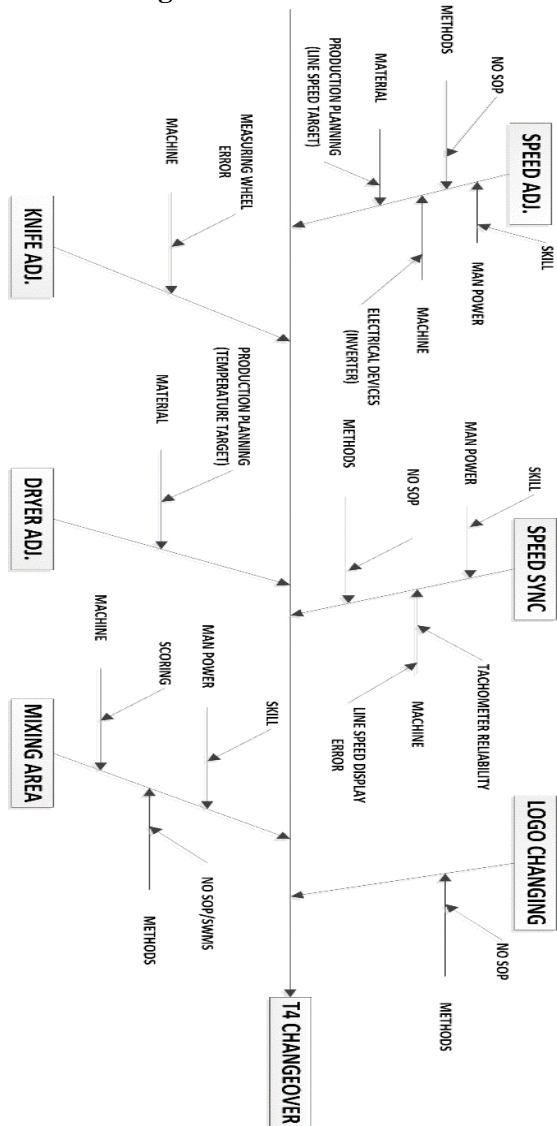
Tabel 4. 8 Durasi *Changeover* FY2015

Duration (min)	CHANGEOVER	Kegiatan
22.4	Eco8-VA9	1235
19.6	Mini8-Eco8	135
15.4	Mini8-SC9	125
25.4	Mini8-SC9Indo	1235
36.2	Mini8-VA12	1245
14	Mini8-VA9	125
28.1	SC12-SC9	1234
28.2	SC12SR-VA8	1245
13.8	SC12-VA12HDW	15
39	SC12-VA9	1245
45.3	SC6.5FL-VA9	12345
26.6	SC9Indo-Eco8	1235
17.8	SC9Indo-SC9SR	135
18.4	SC9Indo-VA9	135
15	SC9-Mini8	125
24.3	SC9SR-Mini8	1235
51.2	SC9-VA12TE	12345

50.6	VA12-SC9SR	12345
59	VA12TE-SC9	123456
33.2	VA6.5-VA9	1234
27.9	VA8-SC12SR	1245
13	VA8-VA9	12
36.8	VA9ACC-SC12	1245
20.1	VA9ACC-SC9SR	135
26.8	VA9HDW-Mini8	1235
26	VA9HDW-SC9Indo	1235
41	VA9HDW-VA12	1234
16	VA9-Mini8	125
41.7	VA9-SC12	1245
42	VA9-SC6.5	12345
18.8	VA9-SC9Indo	135
13.3	VA9-VA9HS	15

Berdasarkan tabel 4.8 dapat dilihat bahwa durasi changeover bervariasi berdasarkan produk sebelum menuju produk yang akan diproduksi. Adapun aktivitas yang dilakukan untuk melakukan changeover dapat dilihat pada tabel 4.7 di atas. Untuk proses pergantian produk dari Ecogyp 8mm menuju ke VA 9mm diperlukan penyesuaian dimensi panjang dan lebar dari setting produk sebelum dengan produk sesudah. Kemudian diperlukan adanya pengaturan forming head untuk mengatur ketebalan *board* yang akan diproduksi. Kemudian dilakukan pergantian kertas sesuai dengan spesifikasi produk. Pada kasus ini dilakukan pergantian kertas dari 170 gsm ke 180 gsm untuk *face paper*, dan 160 gsm ke 170 gsm untuk *back paper*. Kemudian kegiatan yang terakhir ialah melakukan pergantian logo dari logo ecogyp ke logo VAP dan begitu seterusnya untuk changeover yang lain.

4.2.3.1 Fishbone Diagram



Gambar 4. 4 Fishbone Diagram T4

Langkah berikutnya yang dilakukan untuk mengetahui rootcause permasalahan yang ada ialah pembuatan fishbone diagram yang dapat dilihat pada Gambar 4.5. Pembuatan fishbone diagram pada proses *changeover* dilakukan berdasarkan tiap-tiap proses yang ditempuh selama *changeover* produk. Dari pembuatan fishbone diagram diharapkan akan didapat rootcause yang menjadi penyebab tingginya waktu yang diperlukan untuk *changeover* dan timbulnya *waste*.

4.2.3.2 Five Why Analysis

Tabel 4. 9 Five why Analysis

Problem	W1	W2	W3	W4	W5
Penyelarasan kecepatan Forming Belt 1, Forming Belt 2, Roller Conveyor memakan waktu lama	Penyelarasan speed tidak tepat	Input data dalam controller box tidak tepat	Operator salah melakukan pengukuran kecepatan	Tachometer tidak akurat dan konversi satuan salah	Tachometer floating, dan diperlukan panduan perhitungan
Logo Print salah/tidak sempurna	Operator salah memasang Print Head, Inkwell dan setting mesin printing	Tidak terdapat SOP sebagai panduan operator			
Proses Pergantian Logo lama	Diperlukan proses bongkar pasang mesin print setiap pergantian logo	Terdapat satu buah mesin printing untuk 7 logo berbeda			
Kesalahan Edge Printing	Tutup edge printer terbuka saat proses pergantian produk	Penutup edge printer menutup tidak sempurna dan kesalahan Input oleh operator	Penutup Edge printer hanya menggunakan selotip, Operator menginput logo secara manual	Belum ada penutup yang dapat digunakan lebih baik, diperlukan adanya fast dial	
Kesalahan potongan Papan Gypsum	Knife pemotong miring	Operator salah dalam mengatur penurunan Knife	Penurunan knife dilakukan secara manual pada kedua screw knife		
Pengaturan Mixer saat pergantian recipe lama	Perlunya pergantian filter sesuai ketebalan papan gypsum	Operator tidak menjalankan proses dengan baik			

Pada tahap ini dilakukan analisa *five why* untuk mengetahui akar permasalahan dari tiap-tiap problem sehingga dapat diketahui real *root causenya*. Dapat dilihat pada tabel 4.9 proses *speed synchronizing forming belt 1&2*, dan roller conveyor penyelarasan *speed* yang dilakukan oleh operator tidak tepat. Sehingga diperlukan waktu tambahan untuk melakukan pengukuran ulang pada belt conveyor dan roller conveyor serta diperlukan perhitungan ulang sehingga menambah waktu yang

diperlukan untuk melakukan penyesuaian *speed* conveyor. Sedangkan perubahan kecepatan conveyor baik penurunan maupun peningkatan dilakukan secara bertahap yakni 0,5 m/menit. Sehingga diperlukan beberapa kali proses penyesuaian *speed* conveyor untuk mencegah terjadinya patahan pada conveyor *boardline* yang memiliki panjang 118m. Setelah dilakukan pengamatan terhadap kinerja proses *speed synchronizing* didapati bahwa kesalahan input data pada *controller box* disebabkan oleh tachometer yang tidak akurat akibat *floating*.

Permasalahan berikutnya yang menjadi tinjauan ialah pada proses logo *printing*. Dimana pada proses ini terjadi kesalahan *printing* logo/logo tidak tercetak sempurna, dan proses pergantian logo yang memakan waktu sehingga menimbulkan *waste defect*. Pada permasalahan kesalahan logo *print* dilakukan peninjauan lapangan dan hasil yang didapat ialah operator salah memasang *print head* yang seharusnya, dan kesalahan warna tinta pada *inkwell* dan pengaturan knob *printer* yang tidak sesuai. Kesalahan operator ini dipicu dengan tidak adanya panduan yang jelas untuk proses pergantian logo sehingga menimbulkan kemungkinan bagi operator untuk melakukan kesalahan.

Kemudian untuk pergantian logo perlu dilakukan pembongkaran yang bertujuan untuk pelepasan *print head* dan *inkwell*. Setelah *print head* dilepas, maka dilakukan pengurusan dan pembersihan *inkwell* agar siap digunakan untuk warna tinta yang berbeda. Kemudian *print head* dan *inkwell* dipasang pada mesin *print*, kemudian dilakukan *adjusting* agar mesin *print* siap digunakan kembali. Selama proses penggantian *print head* yang sebelumnya telah dijelaskan, proses produksi tetap berjalan sehingga menimbulkan board yang tidak berlogo, dimana board tersebut nantinya akan diberi logo secara manual. Hal tersebut merugikan bagi perusahaan karena board yang diproduksi tidak dapat langsung disimpan pada warehouse dan dikategorikan sebagai *finished goods*. Hal ini disebabkan karena hanya terdapat mesin *printing* sedangkan terdapat 7 buah logo yang harus dicetak secara bergantian.

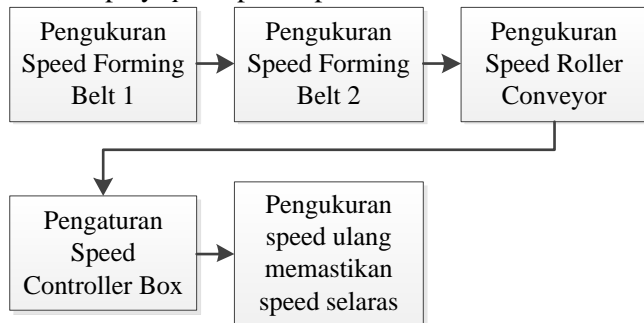
Selain itu pada proses pencetakan di bagian *edge* yang menggunakan *edge printer*, seringkali dijumpai kesalahan cetak yang menyebabkan board harus dikategorikan sebagai *waste defect*. Kesalahan pada *edge printing* pada umumnya disebabkan Karena penutup *edge printer* terbuka saat terjadi pergantian produk. Penutup *edge printing* tidak menutup dengan sempurna dikarenakan selama ini penutup *edge print* hanya menggunakan selotip maupun kertas yang dilipat. Penutup ini rentan terbuka dengan sendirinya, sehingga *edge print* akan terus mencetak pada board yang tidak sesuai. Adapun kesalahan lain yang timbul pada *edge print* bisa disebabkan oleh kesalahan input data oleh operator. Hal ini dikarenakan untuk tiap-tiap produk, desain *print* pada bagian *edge* harus di input satu per satu, dan tidak ada panduan sebagai reminder bagi operator selama bekerja. Hal ini menimbulkan operator memiliki potensi untuk melakukan kesalahan yang mengakibatkan board harus dikategorikan sebagai *waste defect*.

Permasalahan berikutnya yang menjadi tinjauan ialah pada area wet-end. Dimana pada area ini terdapat proses pemotongan board dengan menggunakan *blade knife*. Kesalahan pemotongan papan gypsum disebabkan karena *knife* pemotong tidak pada posisi ketinggian yang sejajar antara sisi kiri dan kanan. Hal ini disebabkan karena operator melakukan kesalahan dalam pengaturan tinggi rendah *knife*. Dimana pengaturan ini dilakukan dengan memutar kedua screw pada sisi kiri dan kanan. Akibatnya *board* yang dihasilkan robek, atau pun tidak terpotong.

Pada area *mixer* terdapat permasalahan dimana pergantian filter pada *mixer* memerlukan waktu lama akibat diperlukannya *cleaning* terlebih dahulu sebelum dilakukan pergantian. Hal ini menyebabkan *line* produksi harus berhenti dengan waktu lama sehingga menimbulkan kerugian bagi perusahaan.

4.2.3.3 *Speed synchronizing*

Speed synchronizing merupakan kegiatan yang harus dilakukan untuk menyelaraskan kecepatan antara *forming* belt 1, 2 dan roller conveyor. Urutan pengerjaan dapat dilihat pada diagram alir *speed synchronizing* Gambar 4.6. *Speed synchronizing* dilakukan dengan cara pengukuran manual pada tiap-tiap belt conveyor menggunakan tachometer kemudian dilakukan adjustment pada *controller box* untuk menyelaraskan kecepatan. *Speed synchronizing* dilakukan baik saat terdapat peningkatan kecepatan belt conveyor maupun saat penurunan kecepatan. Kecepatan conveyor ini harus selaras selama proses produksi berjalan agar tidak terjadi patahan pada plasterboard yang belum terpotong. Dari catatan waktu didapat bahwa rata-rata waktu yang diperlukan untuk melakukan *synchronizing* sebesar 11.6 menit, sedangkan dalam satu kali proses *changeover* bisa terdapat 5 langkah penurunan kecepatan. Hal ini disebabkan beberapa hal yang kemudian dianalisa dan didapat beberapa penyebabnya diantaranya ialah, tachometer floating sehingga diperlukan waktu yang cukup lama dan hasil pengukuran yang tidak akurat, electrician tidak melakukan tahapan *synchronizing* dengan baik karena belum adanya SOP sehingga waktu yang diperlukan semakin lama, display *speed* pada operator *mixer* tidak akurat.



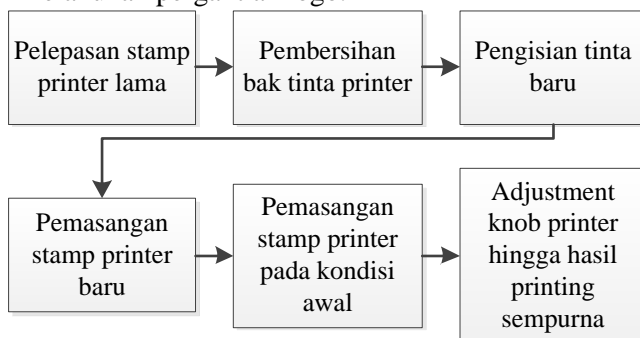
Gambar 4. 5 Diagram Alir *Speed Synchronizing*

Dari analisa diatas maka perlu adanya langkah perbaikan untuk mempercepat proses *speed synchronizing* . Langkah perbaikan

sebagai quick win yang dilakukan ialah *maintenance* dan pembaruan tachometer, pembuatan SOP sebagai panduan *electrician* selama melakukan proses *speed synchronizing*, kalibrasi display *speed* pada *controller*.

4.2.3.4 Logo Changing

Logo *changing* merupakan proses pergantian logo pada *back paper plasterboard*. Urutan pengerjaan dapat dilihat pada diagram alir proses logo changing pada Gambar 4.7. Sebagai identitas dari masing-masing produk maka diperlukan *edge print* dan *date printer*. Pergantian logo produk dimulai dengan melakukan pelepasan stamp *printer* lama kemudian pembersihan bak tinta pada *printer*, yang diikuti dengan pengisian tinta baru sesuai dengan warna logo. Kemudian dilakukan pemasangan stamp *printer* yang baru yang telah dibersihkan sebelumnya. Langkah selanjutnya ialah memasang kembali *printer* pada kondisi semula dan melakukan *adjustment* dengan memutar knob *printer*. Kemudian *running printer* dengan terus melakukan *adjustment* hingga hasil *printing* sempurna. Proses pergantian logo ini memakan waktu rata-rata 14menit dengan kondisi *boardline* berjalan dan tetap melakukan produksi. Hal ini disebabkan tidak adanya standar operasional yang harus ditempuh oleh operator dalam melakukan pergantian logo.



Gambar 4. 6 Diagram Alir proses Logo Changing

Langkah *improvement* yang dilakukan untuk mempercepat proses pergantian logo ini ialah dengan menambah jumlah mesin *print*, pembuatan code *edge print*, dan pembuatan standar operasional sebagai panduan operator dalam proses pergantian logo. Hal ini dilakukan untuk mempercepat proses logo *changing* sebagai upaya mempercepat proses *changeover* secara keseluruhan.

4.2.3.5 *Knife Adjustment*

Knife Adjustment merupakan kegiatan yang harus dilakukan apabila terjadi perubahan dimensi panjang produk dan ketebalan yang mempengaruhi panjang potongan yang dilakukan. Pengaturan dilakukan dengan cara mengatur set point pada measuring wheel. Selain itu perlu dilakukan pengukuran terhadap tinggi rendahnya *blade knife* apabila terjadi perubahan ketebalan sehingga board dapat terpotong dengan sempurna. Permasalahan yang terdapat pada area ini ialah timbulnya board yang memiliki panjang potongan yang berbeda dengan spesifikasi dan produk *defect* akibat dari kesalahan pembacaan measuring wheel dan ketinggian *blade* pemotong. Langkah yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah ini ialah dengan pengecekan rutin terhadap encoder wheel serta memberikan usulan desain mekanisme untuk menaik turunkan *blade knife*.

4.2.3.6 *Mixing Area*

Pada area mixing terdapat beberapa *equipments* yang perlu di setting untuk melakukan perubahan dimensi produk. *Equipment* tersebut di antaranya ialah *scoring*, *forming head*, dan *mixer*. *Scoring* berfungsi untuk memberikan *edge* pada plasterboard. Pengaturan *scoring* dilakukan saat terjadi perubahan dimensi lebar. Pengaturan ini dilakukan secara manual dan membutuhkan dua orang operator.

Selanjutnya ialah *forming head*, dimana alat ini berfungsi untuk membentuk plasterboard. Plasterboard dicetak pada area *forming* tabel. *Forming head* berfungsi untuk mengatur ketebalan plasterboard. Pengaturan ketebalan plasterboard dilakukan oleh

dua orang operator yang bekerja bersamaan untuk menaik turunkan *forming head* dengan menggunakan dial indikator sebagai alat ukur. Sedangkan untuk *mixer*, pengaturan dilakukan menggunakan controller sesuai dengan spesifikasi produk yang akan di produksi. Selain itu filter pada outlet mixer perlu dilakukan penggantian sesuai dengan produk yang akan diproduksi. Dimana hal ini memakan waktu kurang lebih 1 jam.

Adapun langkah perbaikan yang dilakukan pada area ini yakni dengan melakukan pemasangan screen *display* untuk menunjukkan ketebalan *forming head* guna mempermudah kinerja operator, dan pembuatan SOP/*Checklist* untuk area *mixer* agar operator dapat bekerja secara runtut tanpa perlu menunggu perintah serta penambahan unit outlet mixer.

4.2.4 *Improve*

Pada tahap ini akan dilakukan upaya-upaya perbaikan berdasarkan hasil analisa yang sudah dilakukan sebelumnya. Dengan hasil yang didapat pada analisa diatas maka dapat dilakukan langkah *improvement* guna memperbaiki proses *changeover* sehingga dapat mengurangi kerugian baik berupa waktu yang diperlukan maupun *waste defect* produksi perusahaan akibat proses ini. Tahap berikutnya untuk melakukan *improvement* diawali dengan menganalisis seven *waste* yang terjadi pada proses *changeover*.

1. *Waiting*

Jenis pemborosan ini terdapat di beberapa tahapan proses *changeover*. Diantaranya terdapat pada proses *speed adjustment*. Dimana operator pada area *mixer* harus menunggu untuk hasil penyesuaian *speed* conveyor yang dilakukan oleh electrician sehingga dapat menaik-turunkan *speed* ke tahap berikutnya. Proses ini memakan waktu, dikarenakan terdapat permasalahan pada proses penyesuaian kecepatan conveyor sehingga proses ini juga terhambat. Selain itu *waiting* juga terdapat pada proses

pergantian logo dimana operator menunggu hasil dari penyesuaian kecepatan sebelum ia bisa memulai proses pergantian logo, hal ini menyebabkan proses pergantian logo tidak bisa segera dimulai sehingga tidak dapat segera dilakukan adjustment pada knob *printer*.

2. *Transportation*

Jenis pemborosan yang terjadi akibat proses perpindahan baik manusia atau material yang menyebabkan pemborosan waktu, tenaga dan biaya. Permasalahan *waste* jenis ini terdapat pada bagian top floor. Pada top floor, area kerja operator tidak tertata dengan baik. Sehingga operator harus berjalan bolak-balik dari area penulisan laporan, setting peralatan, dan paper station.

3. *Over Processing*

Pemborosan jenis ini dapat berupa proses kerja yang tidak sesuai sehingga menghasilkan produk dengan kebutuhan untuk melakukan proses tambahan. Hal ini seringkali terjadi sehingga memerlukan adanya proses inspeksi lanjutan, dimana produk yang dihasilkan tidak dapat dikategorikan sebagai finished goods. Pemborosan ini diataranya disebabkan oleh pencetakan logo yang tidak sempurna, sehingga memerlukan pencetakan logo secara manual. Selain itu pemborosan ini juga dapat terjadi ketika operator melakukan kesalahan pada setting temperatur *dryer*, sehingga diperlukan inspeksi lanjutan untuk menilai apakah board yang diproduksi merupakan board yang memenuhi standar atau mengalami overdry.

4. *Inventory*

Jenis pemborosan ini berupa tingkat persediaan yang berlebih baik berupa raw material, maupun finished goods. Pada perusahaan ini material yang didatangkan

tidak terjadi penumpukan inventory karena material yang didatangkan segera diproses sesuai plan. Produksi yang dilakukan berdasarkan perintah produksi dari kantor pusat yang terletak di Jakarta, yang selanjutnya akan diproduksi dan akan di pick up order sesuai dengan tanggal yang telah ditentukan. Hal ini meminimalkan inventory yang terjadi pada perusahaan ini. Selain itu perusahaan juga menentukan jumlah minimum stock yang harus dipenuhi untuk berjaga-jaga apabila terdapat keperluan yang tidak terduga.

5. *Over Motion*

Pemborosan jenis ini sangat berhubungan dengan kondisi fisik lingkungan kerja yang dapat mempengaruhi performansi operator. Kondisi ini sangat erat kaitannya dengan aspek ergonomis dan tata letak komponen atau mesin terhadap material sehingga terjadi beberapa gerakan yang berlebih pada operator dalam melakukan aktivitasnya. Dalam melakukan aktivitasnya operator sudah merasa nyaman dan terbiasa dengan apa yang sudah menjadi kebiasaan dan kenyamanan. Kebanyakan operator tidak terlalu memperhatikan tingkat efektivitas kerja sehingga mereka hanya melakukan pekerjaan yang sudah menjadi kebiasaan dan nyaman bagi operator. Operator perlu memahami hal ini agar mereka paham bahwa *over motion* merupakan *waste* yang seharusnya bisa diminimalkan sehingga operator semakin aware terhadap safety dan aktivitasnya.

6. *Over Production*

Waste berupa *over production* atau produksi berlebih dapat berupa work station yang memproduksi terlalu banyak atau terlalu cepat sehingga terdapat antrian maupun inventory. Dalam proses produksinya, PT. Petrojaya Boral Plasterboard menerapkan sistem batch

yakni gabungan dari sistem pull dan push sehingga mereka terus memproduksi hingga minimum stock terpenuhi dan permintaan pelanggan terpenuhi. Hal ini meminimalisir adanya produksi berlebih yang dapat merugikan pabrik.

7. *Defects*

Pemborosan berupa *defects* atau produk yang dihasilkan baik tidak memenuhi spesifikasi ataupun memerlukan pengerjaan ulang merupakan hal yang perlu ditanggulangi pada proses *changeover* ini. Pada praktiknya proses *changeover* selalu menimbulkan *waste* baik pada saat diperlukan untuk menghentikan *boardline* maupun tidak.

Untuk *changeover* yang memerlukan pemberhentian *boardline* akan timbul *waste defects* run-off dan run-on. *Waste* pada run-off merupakan *waste* berupa *board* yang masih basah dan *board* yang mengalami *overdry* pada oven (kiln). Untuk *board defects* pada area dry-end (area setelah oven) akan dilakukan inspeksi tambahan untuk menyeleksi *board* mana yang masih dikategorikan aman untuk dinyatakan sebagai finished goods. Sedangkan *board* pada area wet-end (sebelum masuk oven) *board* akan langsung dibuang, dimana nantinya akan didaur ulang sebagai campuran gypsum dengan perbandingan tertentu.

Sedangkan untuk *changeover* yang tidak memerlukan pemberhentian *boardline* akan timbul *waste* akibat pergantian ukuran dimana *board* tersebut akan timbul hanya pada area wet end. Sehingga seluruh proses *changeover* diharapkan untuk dilakukan secara *online* tanpa perlu memberhentikan *boardline*.

Selain dapat ditinjau pada proses secara global, *waste defects* dapat ditemukan pada tahapan proses *changeover*. Yang pertama ialah pada proses *knife adjustment*. Apabila operator melakukan kesalahan dalam

penurunan *knife*, maka pemotongan *board* akan tidak sempurna sehingga menimbulkan produk *defect*. Selain itu pada proses *logo changing* juga berpotensi menimbulkan produk *defect*. Hal ini menunjukkan masih perlunya langkah-langkah untuk meminimalkan *waste defects* pada proses *changeover*.

Berdasarkan analisa-analisa yang telah dilakukan sebelumnya maka ditentukan langkah-langkah perbaikan yang akan dilakukan. Upaya-upaya perbaikan tersebut untuk meminimasi masalah yang terjadi baik dari segi waktu yang diperlukan dan *waste* yang timbul akibat dari proses *changeover*.

4.2.4.1 Usulan perbaikan

1. Logo Changing

Pada proses *logo changing* terdapat beberapa hal yang perlu mengalami pergantian, yakni pada main logo dan pada *edge printing*. Main logo merupakan identitas dari produk yang diproduksi, sedangkan *edge printer* merupakan logo samping, yang memberikan informasi mengenai tanggal pembuatan, dimensi dan kode individual produk. Terjadi beberapa kegagalan yang dapat menimbulkan *defect* pada produk pada proses *logo changing*. Dapat kita lihat pada Gambar 4.8, dari hasil analisa *five why* ditemukan bahwa kesalahan pada proses ini memiliki beberapa penyebab. Analisa dilakukan dengan meninjau kinerja operator dan kondisi mesin. Berdasarkan *action plan* pada tabel 4.10 yang telah dibuat maka dilakukan upaya-upaya perbaikan. Untuk pergantian logo *print* mengalami kesalahan yang disebabkan oleh kelalaian operator. Maka langkah yang ditempuh untuk menanggulangi hal tersebut ialah membuat SOP ataupun checklist sehingga operator tidak lagi salah dalam melakukan proses pergantian logo.

Tabel 4. 10 Action Plan Logo *Changing*

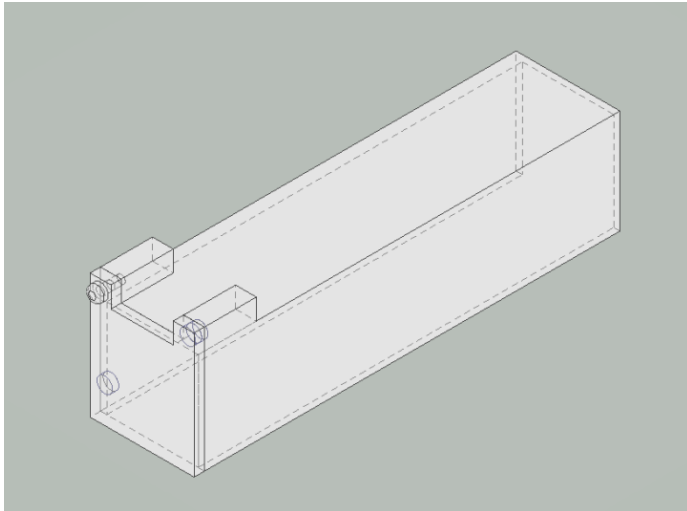
No.	Root cause	Action Plan	Who	Status
1	Tidak terdapat SOP Logo <i>changing</i> sebagai panduan operator	Pembuatan SOP Logo <i>changing</i>	GA	Done
2	Kendala jumlah mesin untuk <i>printing</i>	Pemasangan unit tambahan mesin <i>printing</i>	AB	Done
3	Desain penutup <i>edge printer</i>	Pembuatan desain penutup <i>edge printer</i>	GA	Done
4	Fast dial <i>Edge printer</i>	Pengaturan Fast dial pada <i>edge printer</i>	WS	Done

Kemudian untuk menanggulangi permasalahan terkait waktu yang diperlukan untuk proses pergantian logo maka dilakukan penambahan satu buah unit mesin *printer* tambahan, untuk mempercepat proses. Satu buah unit tambahan dapat dilihat pada Gambar 4.9 , digunakan untuk mempermudah operator dalam persiapannya, sehingga operator dapat menyiapkan logo baru pada mesin kedua sebelum digunakan mengingat terdapat 7 buah logo berbeda yang harus dicetak. Kemudian peninjauan dilakukan pada proses kesalahan *edge printing*.

Problem	W1	W2	W3	W4	W5
Penyelarasan kecepatan Forming Belt 1, Forming Belt 2, Roller Conveyor memakan waktu lama	Penyelarasan speed tidak tepat	Input data dalam controller box tidak tepat	Operator salah melakukan pengukuran kecepatan	Tachometer tidak akurat dan konversi satuan salah	Tachometer floating, dan diperlukan panduan perhitungan
Logo Print salah/tidak sempurna	Operator salah memasang Print Head, Inkwell dan setting mesin printing	Tidak terdapat SOP sebagai panduan operator			
Proses Pergantian Logo lama	Diperlukan proses bongkar pasang mesin print setiap pergantian logo	Terdapat satu buah mesin printing untuk 7 logo berbeda			
Kesalahan Edge Printing	Tutup edge printer terbuka saat proses pergantian produk	Penutup edge printer menutup tidak sempurna dan kesalahan Input oleh operator	Penutup Edge printer hanya menggunakan selotip, Operator menginput logo secara manual	Belum ada penutup yang dapat digunakan lebih baik, diperlukan adanya fast dial	
Kesalahan potongan Papan Gypsum	Knife pemotong miring	Operator salah dalam mengatur penurunan Knife	Penurunan knife dilakukan secara manual pada kedua screw knife		
Pengaturan Mixer saat pergantian recipe lama	Perlunya pergantian filter sesuai ketebalan papan gypsum	Operator tidak menjalankan proses dengan baik			

Gambar 4. 7 *Five why* Logo changingKondisi sebelum penambahan unit *printing machine*Kondisi setelah penambahan unit *printing machine*Gambar 4. 8 Logo *printing machine*

Kesalahan *edge printing* disebabkan karena tutup *edge printer* terbuka dengan sendirinya karena penutup *edge printer* selama ini hanya menggunakan kertas ataupun selotip. Pada analisa *five why* logo *changing* dapat dilihat *root cause* yang menjadi penyebab utama kesalahan *edge printing* ialah belum adanya penutup yang dapat digunakan. Sehingga diperlukan desain penutup yang nantinya akan dibuat untuk meminimalisir kesalahan akibat *edge printing* yang dapat dilihat pada Gambar 4.10. Sebagai contoh kasus yang paling umum terjadi ialah, terdapat perbedaan antara *edge print* dengan main logo *print*. Selain penyebab diatas, adapun penyebab lain pada kesalahan *edge printing*, yakni kelalaian operator dalam melakukan input data logo. Hal ini menjadi common mistake bagi operator, sehingga dilakukan set up fast dial pada controller untuk memudahkan pergantian design *edge printing*.



Gambar 4. 9 *Edge Printing Casing*

2. *Speed synchronizing*



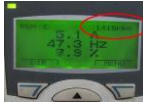





Speed synchronizing atau penyelarasan kecepatan pada *forming belt 1*, *forming belt 2*, dan roller conveyor dilakukan dengan cara pengukuran kecepatan dengan tachometer digital. Kemudian setelah hasil didapatkan maka dilakukan perhitungan dan perubahan rpm masing-masing conveyor pada controller box. Proses ini memakan waktu yang cukup lama dan memperlambat proses *changeover*. Proses ini harus dilakukan seiring dengan penurunan kecepatan yang dilakukan. Berdasarkan *action plan* pada tabel 4.11 yang telah dibuat maka dilakukan upaya-upaya perbaikan. Pada penyelarasan kecepatan, kesalahan operator dalam menginput rpm pada controller box seringkali terjadi. Hal ini disebabkan karena tachometer yang digunakan operator tidak akurat akibat floating dan diperlukan SOP sebagai panduan operator. Hal ini juga didukung pada hasil analisa *five why* yang dapat dilihat pada Gambar 4.11. Pada hasil analisa *five why* menunjukkan bahwa diperlukan adanya pembuatan SOP dan perbaikan kondisi tachometer. Bentuk SOP yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.12.

Tabel 4. 11 Action plan *speed synchronizing*

No.	Root cause	Action Plan	Who	Status
1	Tachometer floating	Kalibrasi Tachometer	AB	Done
2	Diperlukan panduan untuk <i>speed synchronizing</i>	Pembuatan SOP <i>speed synchronizing</i>	GA;WS	Done

Problem	W1	W2	W3	W4	W5
Penyelarasan kecepatan Forming Belt 1, Forming Belt 2, Roller Conveyor memakan waktu lama	Penyelarasan speed tidak tepat	Input data dalam controller box tidak tepat	Operator salah melakukan pengukuran kecepatan	Tachometer tidak akurat dan konversi satuan salah	Tachometer floating, dan diperlukan panduan perhitungan
Logo Print salah/tidak sempurna	Operator salah memasang Print Head, Inkwell dan setting mesin printing	Tidak terdapat SOP sebagai panduan operator			
Proses Pergantian Logo lama	Diperlukan proses bongkar pasang mesin print setiap pergantian logo	Terdapat satu buah mesin printing untuk 7 logo berbeda			
Kesalahan Edge Printing	Tutup edge printer terbuka saat proses pergantian produk	Penutup edge printer menutup tidak sempurna dan kesalahan Input oleh operator	Penutup Edge printer hanya menggunakan selotip, Operator menginput logo secara manual	Belum ada penutup yang dapat digunakan lebih baik, diperlukan adanya fast dial	
Kesalahan potongan Papan Gypsum	Knife pemotong miring	Operator salah dalam mengatur penurunan Knife	Penurunan knife dilakukan secara manual pada kedua screw knife		
Pengaturan Mixer saat pergantian recipe lama	Perlunya pergantian filter sesuai ketebalan papan gypsum	Operator tidak menjalankan proses dengan baik			

Gambar 4. 10 *Five why speed synchronizing*

SOP TITLE: ADJUST SPEED FB # 1 FB # 2 & OR				
No		Authorized by		
		Review Date		
SOP ini bertujuan membantu atau mentraining operator dalam melakukan adjustment speed forming belt & open roll dengan benar dan aman		PPE requirements :		
				
No.	Decsription	Safety/ Quality/ Performance Notes	Time (min)	Picture
1	Pastikan check terlebih dahulu Gap Board dan belt di FB 1 & FB 2	<i>Bila terjadi selisih yang jauh (diatas 10 cm berpotensi sigarol) Pastikan set point sdh sesuai dengan tabel yang ada panel</i>		
2	Setting speed: Check RPM yang terdapat pada display	Untuk Menambah / menurunkan speed conveyor dengan cara menaik / turunkan RPM		
3	Tekan Menu pilih PARAMETERS & tekan ENTER			
4	Pilih no 11 REFERENCE SELECT & tekan SEL			
5	Pilih no 1105 RE1 MAX & tekan EDIT			
6	Tekan key pad naik turun 2 RPM & tekan SAVE			
7	Check apakah gap sudah berkurang	<i>Bila sudah berkurang check apakah sigarol sudah hilang</i>		
8	Lakukan mulai dari no 1 bila jarak masih jauh dan masih terjadi sigarol	Pastikan gap diturunkan bertahap agar board tidak masuk roll		
9	Bila gap sudah baik dan masih terjadi sigarol maka Check parameter yang lain (kerak di belt / belt basah / Paper / lainnya)			

Gambar 4. 11 SOP speed synchronizing

3. *Mixing area*

Pada *mixing area* terdapat beberapa aktivitas *changeover* yang harus dilakukan setiap terjadi pergantian ukuran. Beberapa aktivitas tersebut diantaranya ialah, pengaturan recipe dalam *mixer*, pengaturan *forming head*, dan pengaturan *scoring*. Pengaturan recipe dalam *mixer* dilakukan dengan mengoperasikan PLC. Sedangkan untuk pengaturan *forming head* dan *scoring* dilakukan secara manual dengan memutar knob. Mesin *mixer* memerlukan setting filter yang sesuai dengan recipe produk yang diproduksi. Sehingga saat terjadi pergantian produk maka perlu diperhatikan apakah produk tersebut memiliki kebutuhan filter yang sama dengan produk sebelumnya. Apabila memerlukan produk yang berbeda maka dilakukan pelepasan *mixer outlet* dan pemasangan filter yang sesuai pada outlet *mixer* tersebut. Permasalahan yang terjadi ialah selama proses *changeover* berjalan waktu yang diperlukan masih tinggi untuk mengganti filter yang terdapat pada outlet *mixer*.

Sehingga dilakukan peninjauan lanjut pada permasalahan ini menggunakan analisa *five why* yang dapat dilihat pada Gambar 4.13. Didapatkan hasil analisa bahwa diperlukan adanya SOP pada proses pergantian filter pada outlet *mixer*. Action plan dapat dilihat pada tabel 4.12.

Problem	W1	W2	W3	W4	W5
Penyelarasan kecepatan Forming Belt 1, Forming Belt 2, Roller Conveyor memakan waktu lama	Penyelarasan speed tidak tepat	Input data dalam controller box tidak tepat	Operator salah melakukan pengukuran kecepatan	Tachometer tidak akurat dan konversi satuan salah	Tachometer floating, dan diperlukan panduan perhitungan
Logo Print salah/tidak sempurna	Operator salah memasang Print Head, Inkwell dan setting mesin printing	Tidak terdapat SOP sebagai panduan operator			
Proses Pergantian Logo lama	Diperlukan proses bongkar pasang mesin print setiap pergantian logo	Terdapat satu buah mesin printing untuk 7 logo berbeda			
Kesalahan Edge Printing	Tutup edge printer terbuka saat proses pergantian produk	Penutup edge printer menutup tidak sempurna dan kesalahan Input oleh operator	Penutup Edge printer hanya menggunakan selotip, Operator menginput logo secara manual	Belum ada penutup yang dapat digunakan lebih baik, diperlukan adanya fast dial	
Kesalahan potongan Papan Gypsum	Knife pemotong miring	Operator salah dalam mengatur penurunan Knife	Penurunan knife dilakukan secara manual pada kedua screw knife		
Pengaturan Mixer saat pergantian recipe lama	Perlu nya pergantian filter sesuai ketebalan papan gypsum	Operator tidak menjalankan proses dengan baik			
Pengaturan Forming head tidak akurat	Operator melakukan kesalahan dalam pembacaan skala	Skala menggunakan jarum	Belum adanya skala digital yang bisa digunakan.		

Gambar 4. 12 Five why Mixing Area

Tabel 4. 12 Action Plan Mixing Area

No.	Root cause	Action Plan	Who	Status
1	Pergantian filter memakan waktu lama	Penambahan 1 buah outlet <i>mixer</i> cadangan	AB	Done
2	Kesalahan pembacaan pada skala	Pemasangan skala digital	WS	Done

Dari action plan yang telah dibuat maka dilakukan penambahan satu buah unit outlet *mixer* untuk mempermudah dan mempercepat kinerja operator dalam melakukan pergantian. Dapat dilihat pada Gambar 4.14 terdapat satu buah unit cadangan dengan filter sesuai

dengan produk yang akan di produksi untuk menggantikan outlet *mixer* produksi produk lama. Kemudian dilakukan penambahan skala digital pada *forming head* guna mengurangi board *defect* akibat ketebalannya tidak memenuhi spesifikasi. Dapat dilihat pada Gambar 4.15, kondisi sebelum pemasangan skala digital operator menggunakan skala jarum dan kertas untuk mengukur ketinggian pada *forming head* yang berujung pada ketebalan board yang di produksi. Setelah dilakukan pemasangan skala digital, operator merasa lebih mudah dalam mengatur ketinggian dari *forming head*.



a. Outlet *Mixer* cadangan setelah digunakan



b. Outlet *Mixer* lama kembali digunakan sesuai dengan produk yang dibuat

Gambar 4. 13 Outlet Mixer



a. Pembacaan skala menggunakan jarum



b. Pembacaan skala digital

Gambar 4. 15 Skala Forming Head

4. Knife Adjustment

Knife adjustment merupakan proses pengaturan potongan *knife* sesuai dengan spesifikasi produk yang diproduksi. Untuk pengaturan pemotongan akibat perubahan panjang, dilakukan setting pada *controller measuring wheel* sesuai dengan spesifikasi produk yakni, 2400mm, 2440mm, 2700mm, dan 2800mm. Controller measuring wheel ditunjukkan pada Gambar 4.16. Sedangkan pada pengaturan pemotongan akibat perubahan ketebalan board yang diproduksi dilakukan secara manual oleh operator. Dengan memutar screw pada kedua sisi *blade knife*.



Gambar 4. 16 Controller Box *Blade knife*

Dapat dilihat pada hasil analisa *five why* yang terdapat pada Gambar 4.17 bahwa kesalahan pemotongan papan gypsum selama proses *changeover* diakibatkan oleh posisi *knife* pemotong yang miring. Hal ini terjadi karena operator melakukan kesalahan penurunan *knife* yang diakibatkan tidak adanya skala yang dapat digunakan untuk mengukur tinggi rendahnya *knife*.

Tabel 4. 13 Action Plan *Knife Adjustment*

No.	Root cause	Action Plan	who	status
1	Penurunan <i>knife</i> miring akibat diperlukan untuk melakukan adjustment pada kedua screw	Re-design mekanisme penurunan <i>blade knife</i>	GA	Done

Problem	W1	W2	W3	W4	W5
Penyelarasan kecepatan Forming Belt 1, Forming Belt 2, Roller Conveyor memakan waktu lama	Penyelarasan speed tidak tepat	Input data dalam controller box tidak tepat	Operator salah melakukan pengukuran kecepatan	Tachometer tidak akurat dan konversi satuan salah	Tachometer floating, dan diperlukan panduan perhitungan
Logo Print salah/tidak sempurna	Operator salah memasang Print Head, Inkwell dan setting mesin printing	Tidak terdapat SOP sebagai panduan operator			
Proses Pergantian Logo lama	Diperlukan proses bongkar pasang mesin print setiap pergantian logo	Terdapat satu buah mesin printing untuk 7 logo berbeda			
Kesalahan Edge Printing	Tutup edge printer terbuka saat proses pergantian produk	Penutup edge printer menutup tidak sempurna dan kesalahan Input oleh operator	Penutup Edge printer hanya menggunakan selotip, Operator menginput logo secara manual	Belum ada penutup yang dapat digunakan lebih baik, diperlukan adanya fast dial	
Kesalahan potongan Papan Gypsum	Knife pemotong miring	Operator salah dalam mengatur penurunan Knife	Penurunan knife dilakukan secara manual pada kedua screw knife		
Pengaturan Mixer saat pergantian recipe lama	Perlunya pergantian filter sesuai ketebalan papan gypsum	Operator tidak menjalankan proses dengan baik			
Pengaturan Forming head tidak akurat	Operator melakukan kesalahan dalam pembacaan skala	Skala menggunakan jarum	Belum adanya skala digital yang bisa digunakan.		

Gambar 4. 17 *Five why Knife Adjustment*

Dari analisa *five why* diatas maka dibuatlah action plan yang ditampilkan pada tabel 4.13. Langkah pertama yang dilakukan ialah dengan pembuatan SOP. Pembuatan SOP ini bertujuan untuk mempermudah operator *blade knife* saat terjadi proses *changeover* sehingga dapat dengan cepat melakukan proses penurunan dengan aman. Kemudian untuk langkah berikutnya ialah melakukan re-design mekanisme penurunan *blade knife* yang dapat dilihat pada Gambar 4.25. Dari re-design yang telah dilakukan diharapkan kedepannya dapat di implementasikan sehingga dapat mempermudah sekaligus mempercepat kinerja operator dan meminimalisasi *waste defect* akibat kemiringan *blade knife*.

Berikut perhitungan perencanaan mekanisme penurun *blade knife*:

Perencanaan Worm Gear

Adapun data-data yang diperlukan :

- Daya Input : 1Hp
- Rev. Perminute : 100rpm
- Sudut tekan, Φ_n : 20 deg
- Lead Angle, λ_w : 25 deg
- Single threaded worm
- Dengan (ϕ_n) = 20° maka Y = 0,392 dan y = 0,125 (tabel 11-1 deustchman)

- Velocity Rasio:

$$rv = \frac{ng}{nw} = \frac{1}{10} = \frac{N_{tw}}{N_{tg}}$$

- Jumlah gigi

$$N_{tg} = 10 \times N_{tw} = 10 \text{ teeth}$$

- Centre of distance

$$C = 5 \text{ inch}$$

$$d_w = C^{0.875} / 2.2 = 1.85 \text{ inch} = \text{diambil ukuran } 2 \text{ inch}$$

$$d_w = 3 p_g$$

$$p_g = 0.66 \text{ inch} ; p_{wo} = 1 \text{ inch}$$

$$P_g = \pi / p_g = 3.1416$$

$$d_g = N_{tg} / P_g = 10 / 3.1416$$

- Actual center of distance

$$\frac{d_w + d_g}{2} = \frac{2 + 3.183}{2} = 2.59$$

$$d_w = C^{0.875} / 2.2 = 1.045, \text{ dengan menggunakan } d_w = 2 \text{ inch} \\ \text{sudah memenuhi.}$$

- Lead

$$N_{tw} \times P_{wo} = 1 \times 1 = 1 \text{ inch}$$

$$\begin{aligned}
 \tan \lambda_w &= \frac{1}{\pi \cdot d_w} = 0.159 \\
 \lambda_w &= 9.03 \text{ deg} \\
 \psi_g &= 9.03 \text{ deg} \\
 P_{ng} &= \frac{p_g}{\cos \psi_g} = 3.18 \\
 V_{pg} &= \frac{\pi \cdot d_g \cdot n_g}{12} = 0.833 \text{ ft/min}
 \end{aligned}$$

- Torsi

$$T = \frac{hp \times 63000}{n} = \frac{1 \times 63000}{100} = 630 \text{ lb.in}$$

$$F_t = \frac{T}{d_g/2} = \frac{630}{3.183/2} = 395,85 \text{ lb}$$

- Beban dinamik

$$F_d = \frac{(1200 + V_{pg})}{1200} \cdot F_t = \frac{(1200 + 0.833)}{1200} \cdot 395,85 = 396,124 \text{ lb}$$

$$b = 0.5 d_w = 1 \text{ inch}$$

- Persamaan Lewis

$$F_b = \frac{S_y b}{P_n} = S \cdot Y \cdot b \cdot P_n \text{ dimana } F_d < F_b$$

$$S > \frac{F_d \cdot P_n}{Y \cdot b} = \frac{396,124 \cdot 3,18}{0.392 \cdot 2} = 1606 \text{ psi}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka dipilih material Phosphor bronze (SAE 65) dengan $S_o = 12000 \text{ psi}$; $BHN = 100$

- Wear check

Dengan mengasumsikan worm menggunakan bahan steel, 500 BHN (tabel 11-2 deustchman) maka diambil nilai $K' = 80$

$$\begin{aligned}
 F_w &= d_g \cdot b \cdot K' \\
 &= 3.183 \times 2 \times 80 \\
 &= 509,28 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

$F_w > F_d$ Sehingga hasil ini dapat memenuhi.

- Panjang worm gear
Rekomendasi AGMA untuk panjang axial dari worm adalah:

$$L = P_g \left(4,5 + \frac{N_{tg}}{50} \right) = 1 \left(4,5 + \frac{10}{50} \right) = 4.7 \text{ inch}$$

- Perencanaan roda gigi bevel gear

Adapun data-data yang dibutuhkan untuk perencanaan bevel gear yakni:

- Putaran pinion : 10 rpm
- Putaran gear : 10 rpm
- Sudut antar poros : 90 deg
- Sudut tekan : 20 deg
- Face width : 1,5 inch
- Daya input : 1 Hp

- Pitch angle

Dengan perbandingan 1:1 maka

$$n_g = n_p = 10 \text{ rpm}$$

$$d_g = d_p = 4 \text{ inch}$$

$$\Sigma = 90 \text{ deg}$$

$$\tan \Gamma = \frac{\sin \Sigma}{\frac{N_{tp}}{N_{tg}} + \cos \Sigma} = \frac{\sin 90}{\frac{13}{13} + \cos 90} = 1$$

$$\Gamma = 45 \text{ deg}$$

$$\begin{aligned} \gamma &= \Sigma - \Gamma \\ &= 90 \text{ deg} - 45 \text{ deg} \\ &= 45 \text{ deg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_{\text{gover}} = r_{\text{pover}} &= r_g - b/2 \sin \Gamma \\ &= 2 - 1,5/2 \sin 45 \\ &= 1,46 \text{ inch} \end{aligned}$$

- Force on the gear

$$F_t = \frac{hp \cdot 33000}{\pi d n / 12} = \frac{1 \cdot 33000}{\pi (1.46 \times 2) \cdot 10 / 12} =$$

$$4316.79 \text{ lb}$$

$$F_n = \frac{F_t}{\cos \theta} = \frac{4316.79}{\cos 20} = 4593.83 \text{ lb}$$

$$\begin{aligned} F_{\text{thrust}} &= F_n \sin \theta \sin \Gamma \\ &= 4593.83 \sin 20 \cdot \sin 45 \\ &= 1110.99 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_r &= F_n \sin \theta \cos \Gamma \\ &= 4593.83 \sin 20 \cos 45 \\ &= 1110.99 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Torsi

$$\begin{aligned} T &= F_t \cdot d_g / 2 \\ &= 4316.79 \times 2.92 / 2 \\ &= 6302.51 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

- Dynamic Load dengan Metode Lewis

Aman jika $F_b \geq F_d$

$$F_b = \frac{S_y b}{P} \left(1 - \frac{b}{L} \right)$$

Dengan material alloy steel AISI 1045 CD maka $S_0 = 90 \text{ Ksi}$ & $BHN = 217$

Dimana : $S = 90 \text{ Ksi}$

$$P = 6.5 \text{ "}$$

$$Y = (N_t = 13) \text{ maka } Y = 0.264$$

$$b = 1 \frac{1}{2} \text{ "}$$

$$L = 4.5 \text{ "}$$

$$\begin{aligned} F_b &= \frac{90000 \cdot 0.264 \cdot 1 \frac{1}{2}}{4.5} \left(1 - \frac{1 \frac{1}{2}}{4.5} \right) \\ &= 5280 \end{aligned}$$

$$\text{Dengan } V_p = \frac{\pi d n}{12} = \frac{3.14 \cdot 4 \cdot 10}{12} = 10.4667$$

$$\begin{aligned}\text{Maka } F_d &= \frac{600+V_p}{600} \cdot F_t, \text{ karena } V_p \leq 2000 \text{ ft/min} \\ &= \frac{600+10,4667}{600} \cdot 4316,79 \\ &= 4392.09 \text{ (} F_b > F_d \text{, memenuhi)}\end{aligned}$$

- Allowable wear load untuk bevel gear (Buckingham)

$$F_w = \frac{d_p \cdot K \cdot Q'}{\cos y} = \frac{4.196.4,1}{\cos 45} = 4545,84$$

Dimana:

$$d_p = 4''$$

$$K = 196 \text{ (steel BHN 250 x cast iron } \phi = 20^\circ)$$

$$Q' = \frac{2 N_{tg'}}{N_{tp'} + N_{tg'}} = \frac{2 N_{tg}/\cos r}{N_{tp}/\cos y + N_{tg}/\cos r} = 4.1$$

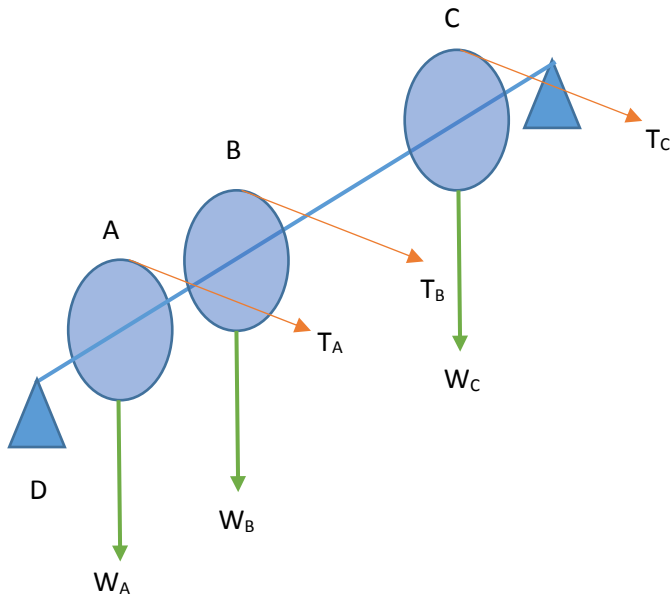
$$y = 45 \text{ deg}$$

$$F_w \geq F_d \text{ (Sehingga design aman)}$$

- Perencanaan Poros

Adapun data-data yang dibutuhkan untuk perencanaan poros yakni:

- Torsi = 6300 lb.in
- F_t = 4316,79 lb
- F_r = 1110.99 lb



Gambar 4. 18 Design beban poros

Pada Gambar 4.18 ditunjukkan bahwa terdapat tiga buah gear yang harus *disupport* oleh poros. Pada titik A terdapat *worm gear*, diikuti *bevel gear* pada titik B dan C. Adapun analisa gaya horizontal ditunjukkan pada Gambar 4.19.

- Analisa gaya horizontal



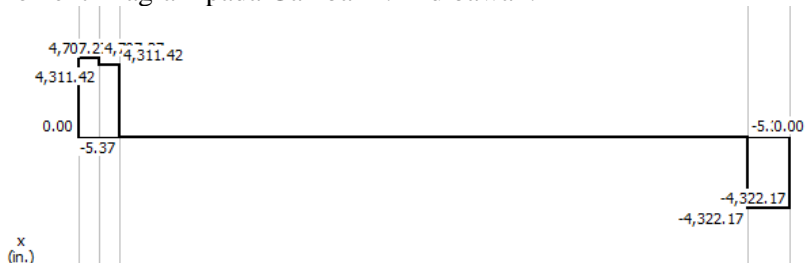
Gambar 4. 19 Gaya horizontal poros

Dimana:

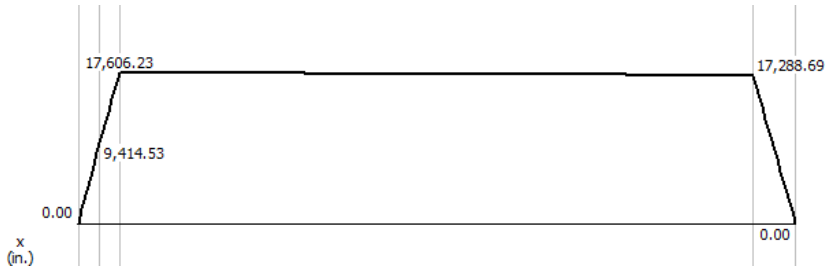
- P1 : AH
 P2 : F_{thrust}
 P3 : F_t
 P4 : F_t
 P5 : BH

- $\Sigma M_A = 0$
 $395,85(1,97) + 4316,79(1,97 \times 2) + 4316,79(63) + BH(67) = 0$
 $BH = 4324,56$
- $\Sigma M_B = 0$
 $4316,79(3,94) + 4316,79(63) + 395,85(65) + AH(67) = 0$
 $AH = 4696,95$

Dengan menggunakan bantuan software MdSolids maka akan didapat Shear Diagram yang ditunjukkan pada Gambar 4.20 dan Moment Diagram pada Gambar 4.21 dibawah:



Gambar 4. 20 Shear diagram horizontal poros



Gambar 4. 21 Moment diagram horizontal poros

Selanjutnya dilakukan analisa gaya vertical yang bekerja pada poros. Adapun analisa gaya horizontal ditunjukkan pada Gambar 4.22.

- Analisa gaya vertical



Gambar 4. 22 Beban vertical poros

Dimana:

- P1 : AV
- P2 : F_r
- P3 : F_n
- P4 : F_n
- P5 : BV

- $\Sigma M_A = 0$
 $158,97(1,97)+0,4(1,97)+4593,83(3,94)+0,3(3,94)+4594,83(63)+0,3(63)+BV(67) = 0$

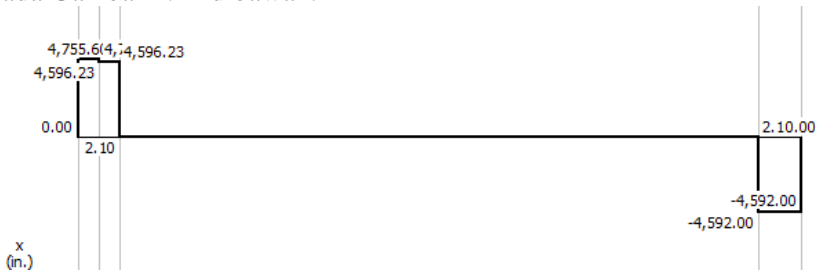
$$BV = 4594,7$$

$$\bullet \quad \Sigma M_B = 0$$

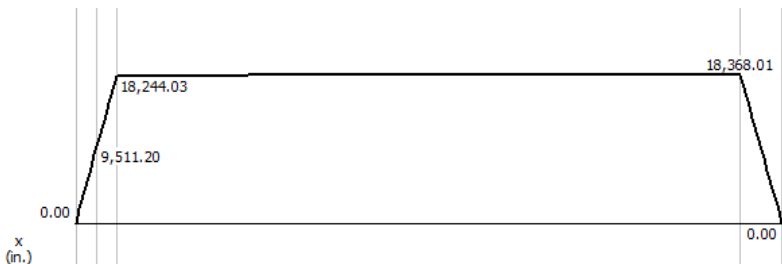
$$4593,83(3,94)+0,3(3,94)+4593,83(63)+0,3(63)+158,97(65)+0,4(65)+DV(67) = 0$$

$$DV = 4744,63$$

Dengan menggunakan bantuan software MdSolids maka akan didapat Shear Diagram pada Gambar 4.23 dan Moment Diagram pada Gambar 4.24 dibawah:



Gambar 4. 23 Shear diagram vertical poros



Gambar 4. 24 Moment diagram vertical poros

- Perencanaan material poros
Dari data diatas dapat diketahui bahwa titik P2 memiliki bending momen terbesar.

$$M_B = \sqrt{17606,23^2 + 18244,03^2} = 25353,97 \text{ lb. in}$$

Material yang digunakan adalah AISI 1050 CD

- $S_u = 114 \text{ Ksi}$
- $S_y = 104 \text{ Ksi}$
- $S'_n = 57 \text{ Ksi}$

- Endurance limit

$$S_e = \frac{1}{K_f} \cdot S'_n \cdot C_r \cdot C_s \cdot C_f \cdot C_w$$

Dimana:

- $K_f : 1,6$
- $C_r : 1 - 0,08(DMF) = 1 - 0,08(1,64) = 0,8688$
- $C_f : 0,63$
- $C_s : 0,85$
- $S_e : 1/1,6 \times 0,8688 \times 0,85 \times 0,63 \times 57000$
 $: 16574,26$

- Perencanaan diameter Poros

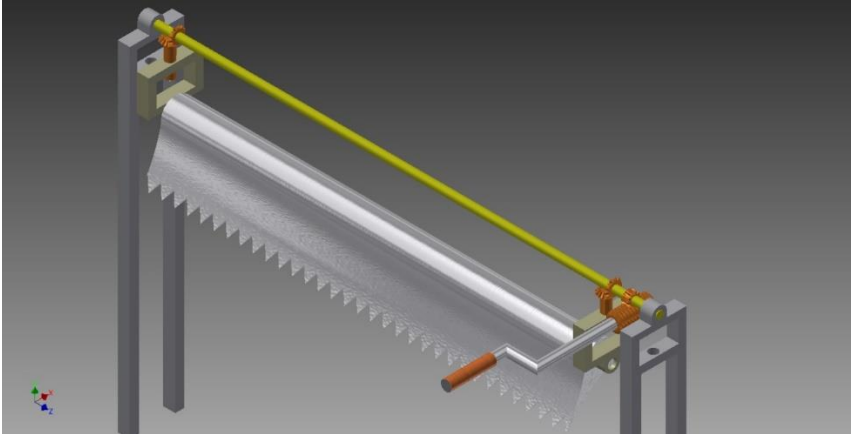
Dengan asumsi =

1. Tidak ada flywheels, clutch, dll maka torsi akan stabil $T_r = 0$
2. Poros pejal

$$\begin{aligned} D_1^3 &= \frac{64}{S_{yp} \cdot \pi} \cdot \sqrt{\left(\frac{S_{yp}}{S_e} M_r\right)^2 + \frac{3}{4} T_m^2} \\ &= \frac{64}{104000 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\left(\frac{104000}{16574,26} 25353,97\right)^2 + \frac{3}{4} 6300^2} \\ &= 0,575 \text{ inch} \end{aligned}$$

Dari perencanaan diatas, maka didapatkan design transmisi untuk memodifikasi alat pemotong board plasterboard yang lebih baik. Penggunaan transmisi diatas untuk menaik turunkan *blade knife* dapat meminimasi *waste defect* yang timbul akibat terjadi

perubahan ketebalan plasterboard. Design perencanaan mekanisme penurunan *blade knife* dapat dilihat pada Gambar 4.25 dibawah.



Gambar 4. 25 Design mekanisme penurun *blade knife*

Setelah dilakukan implementasi berdasarkan pada action plan diatas, maka dilakukan pengambilan data bulanan untuk mengukur hasil *improvement* yang diaplikasikan. Data yang dibandingkan ialah data sebelum dilakukan *improvement* dan data sesudah dilakukan *improvement*. Hasil dari pengambilan data tersebut akan dianalisa, apakah *improvement* telah berhasil menuju hasil yang diinginkan.

Tabel 4.14 Durasi *changeover* 2016

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
39	35	92	43	367	216	42	87	69	40	76	191

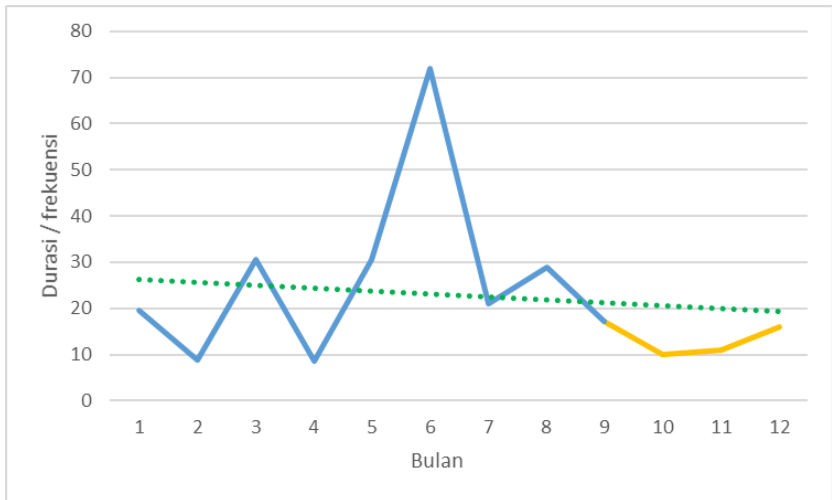
Tabel 4. 15 Frekuensi *changeover* 2016

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
2	4	3	5	12	3	2	3	4	4	7	12

Dapat dilihat pada tabel 4.14 dan tabel 4.15 terdapat data durasi dan frekuensi dilakukannya *changeover* secara *offline*. *Improvement* dimulai pada bulan September hingga Desember. Dapat dilihat pada grafik bahwa *changeover* pada bulan September hingga Desember memiliki durasi yang relatif lebih singkat. Hal ini dapat dihitung dengan membandingkan durasi dengan frekuensi *changeover* sehingga dapat diketahui rata-rata lamanya waktu yang diperlukan untuk melakukan *changeover*. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.16 Perbandingan durasi dan frekuensi

min/ freq	19.5	8.75	30.67	8.6	30.58	72	21	29	17.25	10	10.86	15.92
--------------	------	------	-------	-----	-------	----	----	----	-------	----	-------	-------



Gambar 4. 26 Grafik perbandingan durasi dan frekuensi

Dapat dilihat pada Gambar 4.26 bahwa *trendline* menunjukkan perbandingan antara durasi dan frekuensi yang menurun sehingga menunjukkan hasil *improvement* telah menuju ke hasil yang diinginkan. Rata-rata hasil perbandingan antara durasi dengan frekuensi pada bulan Januari hingga Agustus dapat dihitung dengan penjumlahan data durasi dibanding frekuensi yakni sebesar :

Januari – Agustus:

$$\frac{19.5 + 8.75 + 30.667 + 8.6 + 30.58 + 72 + 21 + 29}{8} = 27.51 \text{ menit}$$

September – December:

$$\frac{17.25 + 10 + 10.8571 + 15.916}{4} = 13.50 \text{ menit}$$

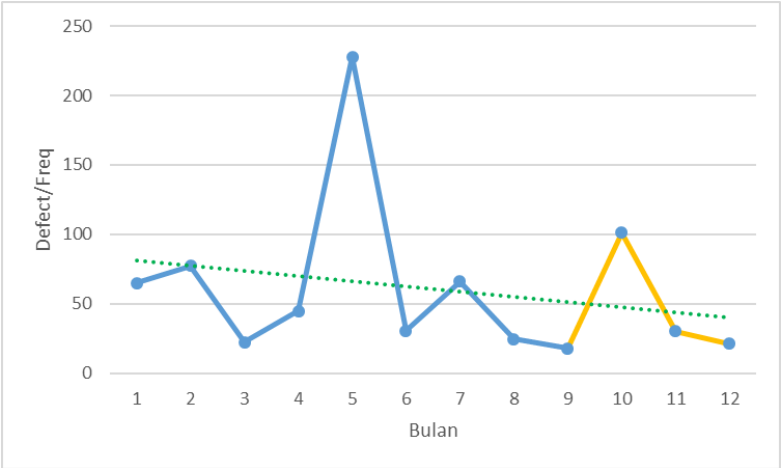
Dari hasil perhitungan diatas maka dapat diketahui bahwa upaya perbaikan cmenunjukkan hasil minimasi sebesar $27.51-13.50 = 14.01$ menit.

Tabel 4. 17 *Waste defects* 2016

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
129.6	308.4	66.58	223	2732	91.8	132	73.4	71.52	405.02	207.49	249.79

Tabel 4. 18 Perbandingan *Defect* dan Frekuensi

<i>Defect/</i> <i>freq</i>	64.8	77.1	22.193	44.6	227.7	30.6	66	24.467	17.88	101.26	29.641429	20.81583
-------------------------------	------	------	--------	------	-------	------	----	--------	-------	--------	-----------	----------



Gambar 4. 27 Grafik Perbandingan *Defect* dan Frekuensi

Data *waste* periode Januari hingga Desember dapat dilihat pada tabel 4.17. dilakukan perbandingan antara *waste* dengan frekuensi maka didapatkan hasil pada tabel 4.18. Dapat dilihat pada Gambar 4.27 bahwa *trendline* menunjukkan perbandingan antara *waste defects* dan frekuensi yang menurun sehingga menunjukkan hasil *improvement* telah menuju ke hasil yang diinginkan. Rata-rata hasil perbandingan antara *defects* dengan frekuensi pada bulan

Januari hingga Agustus dapat dihitung dengan penjumlahan data *defects* dibanding frekuensi yakni sebesar :

sebesar :

Januari – Agustus:

$$\frac{129.6 + 308.4 + 66.58 + 223 + 2732 + 91.8 + 132.2 + 73.4}{8}$$

$$= 469.6 \text{ m}^2$$

September – December:

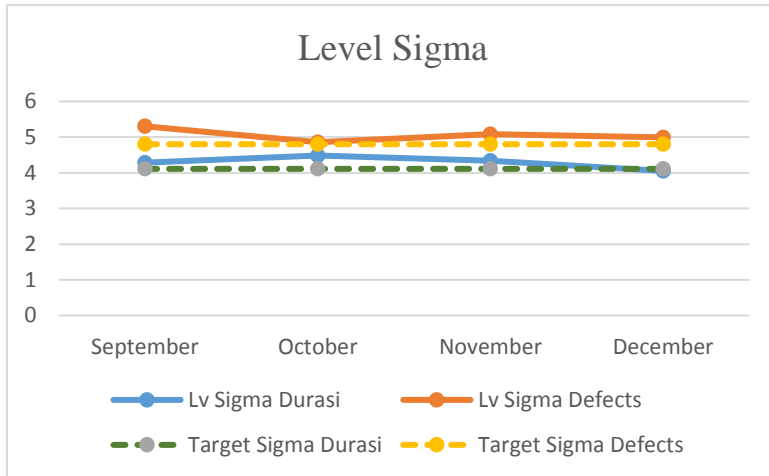
$$\frac{71.52 + 405.02 + 207.49 + 249.79}{4}$$

$$= 233.45 \text{ m}^2$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat diketahui bahwa upaya perbaikan menunjukkan hasil rata-rata minimasi sebesar $469.6 - 233.45 = 236.15 \text{ m}^2$.

Tabel 4. 19 Tabel perhitungan level sigma

	September	October	November	December
T Available	25581	28069	33080	35659
Gross Prod	1001019.04	1024372.61	1216741.9	1038945.4
Durasi Changeover	69	40	76	191
<i>Defects</i> Changeover	71.52	405.02	207.49	249.79
%Durasi	0.26973144	0.14250597	0.2297461	0.5356292
% <i>Defect</i>	0.00714472	0.03953835	0.0170529	0.0240426
Lv Sigma Durasi	4.28247339	4.48345716	4.3341399	4.0519372
Lv Sigma <i>Defects</i>	5.30310391	4.85600655	5.0819352	4.9912018
Target Sigma Durasi	4.11	4.11	4.11	4.11
Target Sigma <i>Defects</i>	4.8	4.8	4.8	4.8



Gambar 4. 28 Grafik level sigma

Setelah hasil *improvement* didapatkan, maka dilakukan perhitungan terhadap level sigma. Perhitungan level sigma dapat dilihat pada tabel 4.19. hasil perhitungan menunjukkan pada bulan September didapatkan level sigma durasi sebesar 4.28 dan level sigma *defects* sebesar 5.3. kemudian pada bulan Oktober didapatkan level sigma durasi sebesar 4.48 dan level sigma *defects* sebesar 4.85. Kemudian pada bulan November didapatkan level sigma durasi sebesar 4.33 dan level sigma *defects* sebesar 5.08. Kemudian pada bulan Desember didapatkan level sigma durasi sebesar 4.05 dan level sigma *defects* sebesar 4.99. Pada bulan Desember level sigma durasi mengalami penurunan hingga dibawah target, hal ini disebabkan karena banyaknya *changeover* yang terjadi, dan masih belum terbiasanya seluruh operator yang bertugas dengan metode *changeover* yang mengalami perubahan. Rata-rata dari level sigma selama 4 bulan terakhir untuk level sigma durasi sebesar 4.29 dan untuk level sigma *defect* sebesar 5.06. Kedua level sigma diatas telah mengalami peningkatan dan berada diatas target yang diinginkan oleh perusahaan.

Biaya *Improvement* yang dikeluarkan:

- Outlet *Mixer* = 22.000.000
- Unit *printer* logo = 82.000.000
- Paper pusher = 120.000.000
- Shaft Paper = 9.200.000
- Digital display = 240.000.000

Dengan mengasumsikan biaya produksi selama kurun waktu satu tahun sebesar:

- Direct Material = 484.770.000.000
- Direct Labor = 7.224.000.000
- Factory *Overhead* = 129.506.000.000
- Total Production cost = 621.500.000.000
- Jumlah produksi papan = 11.000.000 m²
- Biaya produksi 1 buah papan :

$$\frac{621.500.000.000}{11.000.000 \text{ m}^2}$$

$$= 56.500,00 \text{ rupiah/m}^2$$

Harga pasar untuk 1 buah board papan gypsum sebesar 67.500,00 rupiah/m², maka laba yang diperoleh setiap board = 67.500,00 – 56.500,00 = 11.000,00 rupiah/m². Dengan mengasumsikan keuntungan bersih perusahaan selama 1 tahun kedepan sebesar 121.000.000.000 rupiah. Dengan target produksi dalam 1 tahun kedepan sebesar 11.000.000m². Dari hasil *improvement* yang dilakukan dengan penghematan waktu *changeover* rata-rata sebesar 14.01 menit, dan waste rata-rata sebesar 236.15 m² maka dapat dilakukan perhitungan *saving cost* sebesar:

- Rata-rata produksi board tiap minggu = 267.567.43 m²
- Rata-rata produksi board/menit:

$$\frac{38223.85}{(24 \times 60)} = 26,54 \text{ m}^2/\text{menit}$$

$$\text{Saving cost: } (14.01 \text{ menit} \times 26.54 \frac{\text{m}^2}{\text{menit}} + 236.15 \text{m}^2) \times 11000 \text{ rupiah/m}^2 = (371.82 + 236.15) \times 11.000 = 6.687.729,4 \text{ rupiah.}$$

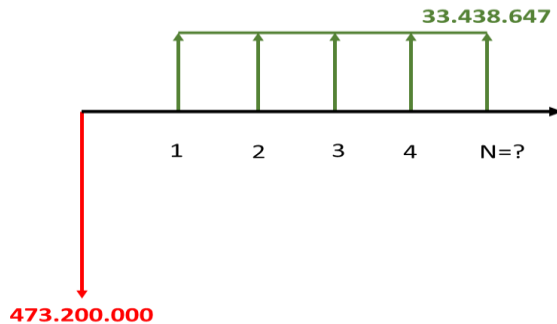
Dengan mengasumsikan berdasar pada rata-rata frekuensi changeover setiap bulannya yakni $61/12 = 5.08$ kali (dibulatkan kebawah menjadi 5 kali per bulan).

Maka dalam satu bulan saving cost sebesar
 $= 6.687.729,4 \times 5 = 33.438.647$ rupiah.

Dalam satu tahun sebesar $= 33.438.647 \times 12 \text{ bulan} = 401.263.764$ rupiah

Apabila dana *improvement* hendak ditutup dengan menggunakan dana saving cost, maka diperlukan waktu selama :

- Menggunakan Rate Bank Indonesia sebesar $i=6\%$
- Cash flow:



Gambar 4. 29 Cashflow Present Worth

$PW(i) = -473.200.000 + 33.438.647(P/A, 6\%, n)(P/F, 6\%, 1) = 0$
 Menggunakan tabel perhitungan:

Tabel 4. 20 Perhitungan Present Worth

n	P/A	PW(i)
48	15.65	20495206.42
45	15.4558	14368969.42
40	15.0463	1450874.404
39	14.9491	-1615398.7
38	14.846	-4867793.318
35	14.4982	-15839498.93
30	13.7648	-38975349.69

Berdasarkan cashflow yang ditunjukkan pada Gambar 4.29, maka dilakukan perhitungan dengan konsep *Present Worth*. Pada tabel 4.20 diatas perubahan tanda terjadi diantara n=39 dan n=40, maka dilakukan interpolasi:

$$\frac{40 - X}{40 - 39} = \frac{1450874,404 - 0}{1450874,404 - -1615398,7}$$

$$X = 39.53 \text{ Bulan}$$

Maka biaya *improvement* akan ditutup pada bulan ke 39.53 dengan suku bunga sebesar $i=6\%$.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Tahap ini merupakan tahap akhir dari seluruh rangkaian penelitian ini yaitu dengan menarik kesimpulan atas hasil yang didapatkan dari bab sebelumnya. Kesimpulan yang dibuat diharapkan dapat menjawab dari tujuan diadakannya penelitian ini, dan pemberian saran ditujukan kepada pihak perusahaan dan untuk penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penyebab tingginya waktu yang diperlukan untuk melakukan *changeover* dan timbulnya *waste defects* terdapat pada proses pergantian logo, *edge printing*, pemotongan plasterboard dan pengaturan *mixer*.
2. Usulan perbaikan untuk mereduksi waktu *changeover* dan meminimasi *waste defects* disesuaikan pada setiap proses yang dinilai menjadi penyebab. Pada proses *logo printing* dibuat SOP sebagai panduan operator, dilakukan penambahan unit mesin *print* yang dioperasikan. Pada proses *edge printing* dilakukan pengajuan desain penutup *edge printing*, dan pembuatan fast dial. Pada proses pemotongan plasterboard dilakukan re-design mekanisme untuk menaik-turunkan *blade knife*. Pada mixing area dilakukan penambahan unit outlet *mixer* dan pemasangan skala digital pada *forming head*.
3. Waktu rata-rata yang diperlukan untuk *changeover* dan *waste* yang ditimbulkan akibat proses ini terus dipantau sebagai bentuk analisa dari hasil *improvement* yang diusulkan. Pada bulan Januari hingga Agustus rata-rata waktu yang diperlukan untuk melakukan *changeover* sebesar 27.51 menit dengan level sigma 4.01, dengan rata-rata *waste* yang

ditimbulkan sebesar 469.6 m² dengan level sigma 4.72 dimana kondisi ini sebelum dilakukan *improvement*. Pada bulan September hingga Desember rata-rata waktu yang diperlukan untuk melakukan *changeover* sebesar 13.50 menit dengan level sigma durasi sebesar 4.29, dengan rata-rata *waste* yang ditimbulkan sebesar 233.45m² dengan level sigma *defects* sebesar 5.06 dimana kondisi ini setelah dilakukan *improvement*.

4. Besar saving cost untuk setiap *changeover* ialah 6.687.729,4 rupiah, dalam satu bulan didapat sebesar 33.438.647 rupiah. Berdasarkan metode present worth maka biaya *improvement* sebesar 473.200.000 rupiah akan terbayar pada bulan ke-39.53. Setelah periode tersebut perusahaan dapat memperoleh keuntungan.

5.2 Saran

Saran yang ditujukan kepada pihak perusahaan serta penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Perusahaan hendaknya melakukan recording data lebih detail terhadap *changeover* untuk setiap harinya guna mempermudah analisa kedepan.
2. Diharapkan penelitian berikutnya memperhatikan reliabilitas dari setiap *equipment* sehingga dapat memberikan masukan pada departemen *maintenance* agar proses *changeover* tidak terhambat dan dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Djoko Santoso (2015). *Complete Lean Training*. LSS-Indoacademy:Surabaya.
- [2] Hines, P., Taylor, D. (2000). *Going Lean. Lean Enterprise Research Centre:Cardiff*.
- [3] Jacobs, F. Roberts., Chase, Richard B. (2004). *Operations Management for Competitive Advantage*, 11th edition. McGraw-Hill: New York.
- [4] Liker, Jeffrey K. (2006). *The Toyota Way*. McGraw-Hill: New York.
- [5] PT. Indobatt Industri Permai, Vristanto Bimo Kusumo., (2016). Peningkatan Laju Produksi Dengan Meminimasi Waste Menggunakan Metode *Lean Six sigma*. Surabaya: Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [6] Pyzdek, Thomas. (2003). *The Six sigma Handbook*. McGraw-Hill: New York.
- [7] Zainuddin dan Sri M. Retnaningsih, Pendekatan *Lean Six sigma* Untuk Peningkatan Produktivitas Proses Butt Weld Orbital. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2012

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

TENTANG PENULIS



Gunawan Adhitama dilahirkan pada tanggal 9 Mei 1994 di Sidoarjo. Merupakan anak kedua dari pasangan Djumadi Widodo dan Lis Wuryani. Penulis memulai pendidikan di TK Tunas Handayani (1998-2000), melanjutkan pendidikan di SD Negeri Pucang 1 Sidoarjo, kemudian di SMP Negeri 1 Sidoarjo, lalu melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Sidoarjo. Setelah lulus dari bangku sekolah menengah atas, penulis melanjutkan pendidikan sarjana melalui jalur SNMPTN di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan mengambil Jurusan Teknik Mesin (2012-2017) dan mendapat gelar M55. Penulis mengambil bidang studi rekayasa sistem industri dan menjabat sebagai Koordinator laboratorium rekayasa sistem industri pada tahun 2016. Semasa di bangku perkuliahan, penulis menambah pengalaman dalam berbagai bidang kegiatan kemahasiswaan seperti organisasi kemahasiswaan dan perlombaan minat bakat. Organisasi Kemahasiswaan yang pernah diikuti oleh penulis adalah Himpunan Mahasiswa Mesin FTI ITS sebagai staff departemen umum (2013-2014) dan menjadi kepala biro minat bakat departemen umum (2014-2015). Penulis juga ikut serta dalam perlombaan minat bakat baik tingkat institut maupun nasional. Penulis pernah menjadi Juara 1 basket putra FOG, Dies Natalies 54 ITS, POMITS 2014 serta menjadi Juara 1 nasional kejuaraan Flag Football. Selain itu penulis juga berpartisipasi aktif dalam kepanitiaan event baik tingkat institut maupun jurusan. Penulis dapat dihubungi melalui *email* berikut :

gunawan.adhitama@hotmail.com